

# le géranium rosat



à la Réunion





# LA CULTURE DU "GERANIUM ROSAT" A LA REUNION

OUVRAGE COLLECTIF

réalisé avec le concours des chercheurs et techniciens des organismes suivants :

*Association pour la Promotion en Milieu Rural (APR)*

BP 1059, F-97481 SAINT DENIS CEDEX

*Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique  
pour le Développement (CIRAD)*

F-97487 SAINT DENIS CEDEX

*Chambre d'Agriculture*

BP 134, F-97464 SAINT DENIS CEDEX

*Coopérative Agricole des Huiles Essentielles de Bourbon (CAHEB)*

BP 43, F-97431 LE TAMPON CEDEX

*Direction de l'Agriculture et de la Forêt (DAF)*

*Service de la Protection des Végétaux*

Boulevard de la Providence, F-97489 SAINT DENIS CEDEX

*Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural  
de la Réunion (SAFER - REUNION)*

BP 176, F-97465 SAINT DENIS CEDEX

sous l'égide du

*Commissariat à l'Aménagement des Hauts*

30 rue de la Compagnie, F-97400 SAINT DENIS.

avec le concours financier du

*Fonds Interministériel du Développement  
et de l'Aménagement Rural (FIDAR)*





## **A V A N T - P R O P O S**

Le "géranium" marque depuis longtemps le paysage et l'histoire des Hauts. Malgré la crise qu'il traverse actuellement, il demeure un atout pour la petite agriculture de ces régions et concourt également à l'image de marque de la Réunion, île à parfums...

Il importait de faire le point des progrès réalisés au cours des dernières années et de rendre compte des techniques actuellement disponibles pour les agriculteurs.

En effet, si le savoir-faire élaboré de génération en génération par les planteurs des Hauts constitue une base de connaissances importante, il convenait de la compléter.

Les techniciens et les chercheurs ont ressenti la nécessité d'un double travail :

- d'une part valider les pratiques traditionnelles par une approche scientifique,
- d'autre part, rechercher de nouvelles techniques afin d'améliorer la productivité du travail des agriculteurs.

Fruit d'une collaboration pluri-institutionnelle, ce document rassemble les références actuellement disponibles.

Outil de travail des techniciens, il représente pour eux une base d'échange et s'enrichira au travers des contacts quotidiens qu'ils ont avec les agriculteurs.

Il témoigne de l'engagement des partenaires dans le développement de la filière "géranium". Puisse cette mobilisation être un motif de confiance pour l'avenir.

**Guillaume BENOIT**  
Commissaire à l'Aménagement des Hauts  
Président de l'Association pour le Plan  
de Développement du Géranium  
et de la Diversification

## **LES AUTEURS**

Christophe BONNEMORT	Ingénieur agronome Service de la Protection des Végétaux DAF-REUNION
Pierre-François CHABALIER	Ingénieur agronome - Docteur-ingénieur en Agronomie CIRAD-REUNION
Jean-Marc CHASTEL	Ingénieur agronome CIRAD-REUNION
Frédéric-Emmanuel DEMARNE	Ingénieur agronome - Docteur en Sciences CIRAD-REUNION
Alain HEBERT	Ingénieur agronome Association pour la Promotion en Milieu Rural
Roger MICHELLON	Ingénieur agronome CIRAD-REUNION
Sylvain PERRET	Ingénieur agronome CIRAD-REUNION
Serge QUILICI	Docteur de 3 <sup>e</sup> cycle en Entomologie CIRAD-REUNION
Nicole SINARETTY	Maître ès sciences Service de la Protection des Végétaux DAF-REUNION
Laurence TREMEL	Ingénieur agronome Service de la Protection des Végétaux DAF-REUNION
Bernard VERCAMBRE	Ingénieur agricole Docteur-ingénieur en Entomologie CIRAD-REUNION

## **COMITE DE LECTURE**

F. ARNOLD - J-M. CHASTEL - F-E. DEMARNE - J-M. DINHUT - V. ETHEVE  
A. HEBERT - J. LEDOUX - L. TREMEL - G. VINCENT



## **S O M M A I R E**

_____ 7 _____	
La filière "géranium" à la Réunion : situation et perspectives	
_____ 15 _____	
Les systèmes de culture	
_____ 23 _____	
Histoire de la culture, botanique, et systématique	
_____ 27 _____	
La protection contre l'érosion	
_____ 39 _____	
Le bouturage	
_____ 45 _____	
La plantation	
_____ 51 _____	
La fertilisation	
_____ 63 _____	
La lutte contre les mauvaises herbes	
_____ 69 _____	
Les maladies	
_____ 79 _____	
Les insectes ravageurs	
_____ 91 _____	
Les opérations de récolte	
_____ 97 _____	
La distillation	
_____ 103 _____	
La qualité Bourbon des huiles essentielles de la Réunion	

---





# LA FILIERE "GERANIUM" à la Réunion

Jean-Marc Chastel

## HISTORIQUE

### Le "géranium" avant 1963

Le "géranium" à parfum a été introduit à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle à la Réunion. Il s'agissait de remédier aux difficultés techniques rencontrées dans le midi de la France pour cultiver cette plante. L'huile essentielle de "géranium Bourbon" a ainsi bénéficié d'un marché protégé. Son expansion a été favorisée par la crise sucrière au début du siècle.

Avant 1963, les producteurs étaient essentiellement des colons dirigés par des propriétaires fonciers de grands domaines qui assuraient la collecte et qui avaient ensuite recours à

des courtiers pour exporter à des prix très variables (*Tableau I*). La production fluctuait beaucoup (*Figure 1*).

### L'organisation de la filière après 1963

Au début des années soixante, le prix de l'essence pouvait varier de 50 % dans une même année (Berthier, 1970). Les gros commerçants stockaient pendant les périodes de bas prix et renforçaient ainsi le caractère spéculatif du marché du "géranium". Face à ces fortes fluctuations, les producteurs et les exportateurs décidèrent en 1963, d'organiser la collecte et de stabiliser les prix. Ils créèrent une coopérative et un comité interprofessionnel qui réglementent désormais les conditions de production (*Tableau II*).

Tableau I : Chronologie de 1870 à 1963

<b>1870</b>	Introduction du "géranium" à la Réunion. La culture du "géranium" à parfum est limitée en France par les conditions climatiques. L'hivernage des boutures revient trop cher.
<b>1882</b>	Premier échantillon d'huile essentielle produit à la Réunion.
<b>1900 à 1914</b>	Extension de l'aire de culture du "géranium". Tout d'abord au Tampon, puis dans les Hauts de St-Leu. Le "géranium" est cultivé dans les Hauts et entraîne le défrichement de la forêt jusqu'à une altitude de 1 600 m. Toutefois en cette période de crise de l'économie sucrière, le "géranium" envahit également le haut de la zone de canne (entre 400 et 900 m).
<b>1919</b>	La limite Nord du "géranium" atteint les Hauts de Saint-Paul. Les colons du Tampon migrent vers les Hauts de l'Ouest.
<b>1925</b>	127 tonnes produites.
<b>1927 à 1932</b>	Régression des surfaces, marché peu favorable.
<b>1934</b>	Première initiative de création d'une coopérative.
<b>1938</b>	Reprise de la production.
<b>1952</b>	Le "géranium" aurait occupé 15 000 ha ! (Mariotti, 1953).
<b>1953</b>	Nouvelle tentative infructueuse de création d'une coopérative.
<b>1958</b>	Cours élevé du "géranium". Reprise de la production.
<b>1959</b>	Les services agricoles introduisent le clone "Rosé".
<b>1962</b>	Augmentation brutale de la production.

Figure I : Collecte - moyennes décennales

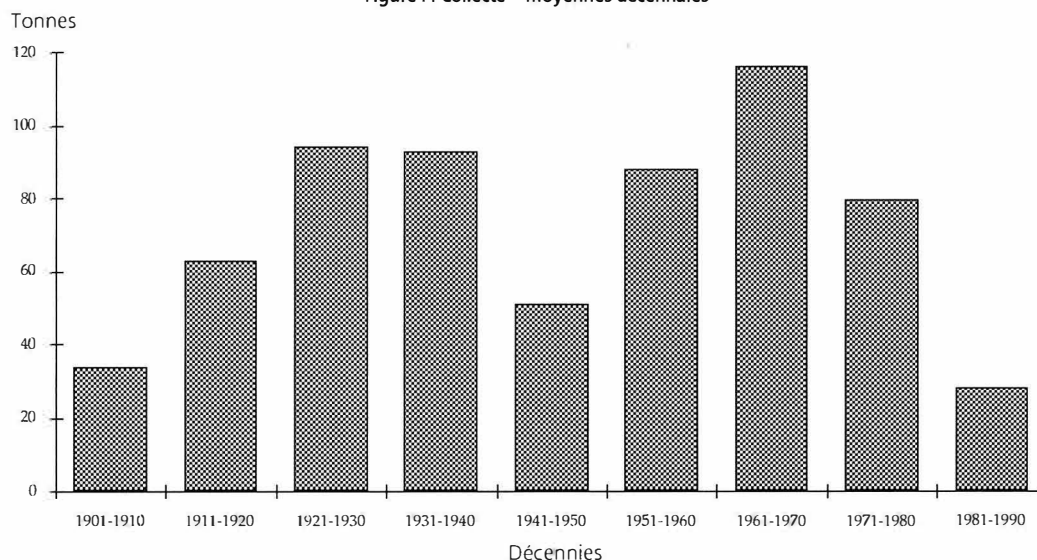


Tableau II : Chronologie de 1963 à 1990

<b>1963</b>	Surproduction. Création de la Coopérative des Huiles Essentielles de Bourbon (CHEB puis CAHEB) pour organiser la production.
<b>1964</b>	A la demande des importateurs, deux autres organismes sont créés localement, il s'agit : <ul style="list-style-type: none"> <li>- du syndicat des planteurs de "géranium Bourbon" dominé par la société des Sucreries de Bourbon,</li> <li>- du syndicat des exportateurs qui regroupe les courtiers,</li> <li>- en dehors de la coopérative et du syndicat, d'autres collecteurs se maintiendront encore pendant quelques années.</li> </ul>
<b>1965</b>	L'interprofession se regroupe au sein d'un Comité Economique Agricole. Cette structure accueille également l'administration. Le prix à la production est désormais fixé par arrêté. Le Comité Economique Agricole arrête des mesures pour réguler la production : <ul style="list-style-type: none"> <li>- limitation de la zone,</li> <li>- interdiction de défricher,</li> <li>- fixation des quotas,</li> <li>- réduction de l'avance sur récolte,</li> <li>- prime à la reconversion.</li> </ul>
<b>1968 à 1972</b>	La production s'est effondrée, on la relance : <ul style="list-style-type: none"> <li>- suppression des quotas,</li> <li>- augmentation du prix,</li> <li>- prime de replantation,</li> </ul>
<b>1973 à 1976</b>	Mévente sur le marché mondial, on freine la production : <ul style="list-style-type: none"> <li>- blocage du prix,</li> <li>- rétablissement de quotas,</li> <li>- incitation à la reconversion (1976),</li> </ul>
<b>1977 à 1979</b>	Relance de la production, suite à la pénurie d'essence, on augmente le prix de l'essence au producteur.
<b>1980 à 1983</b>	Stagnation du prix.
<b>1984 à 1989</b>	Plan de relance (prime à la plantation, subvention des intrants, conseils techniques...). Augmentation du prix de 30 %.
<b>1985</b>	Le syndicat des producteurs est supprimé. La CAHEB obtient de fait le monopole de la collecte.
<b>1987</b>	Des courtiers perdent le procès intenté à la CAHEB qui peut désormais exporter sans intermédiaires locaux.
<b>1989</b>	Prime de 100 F/kg, suppression des subventions à la plantation.
<b>1990</b>	Mévente sur le marché mondial, les stocks représentent une année de production.



L'organisation de la filière a permis une relative stabilité des prix au producteur (Figure 2). Cependant elle n'a pas permis de stabiliser la production qui connaît, même après 1963, des phases de surplus et des phases de pénuries. Certains producteurs, lassés par les fréquents renversements de tendance, ont délaissé le "géranium" pour la canne à sucre, le maraîchage ou l'élevage ; il s'ensuit une diminution de la collecte (Figure 3).

## LA PRODUCTION DE "GERANIUM" A LA REUNION

### Le poids socio-économique du "géranium"

Au fur et à mesure que la départementalisation est entrée dans les faits sur le plan économique, le poids relatif de l'agriculture dans l'économie de l'île a chuté. Aujourd'hui, le secteur agricole intervient pour environ 8 % du PIB et le "géranium" représente moins de 1 % de cette valeur ajoutée agricole.

Cependant, les exportations restent à 85 % agricoles, le "géranium" représente entre 10 et 25 millions de francs (soit environ 2 % du montant total de ces exportations).

Figure 2 : Evolution du prix au producteur (1963 - 1990)

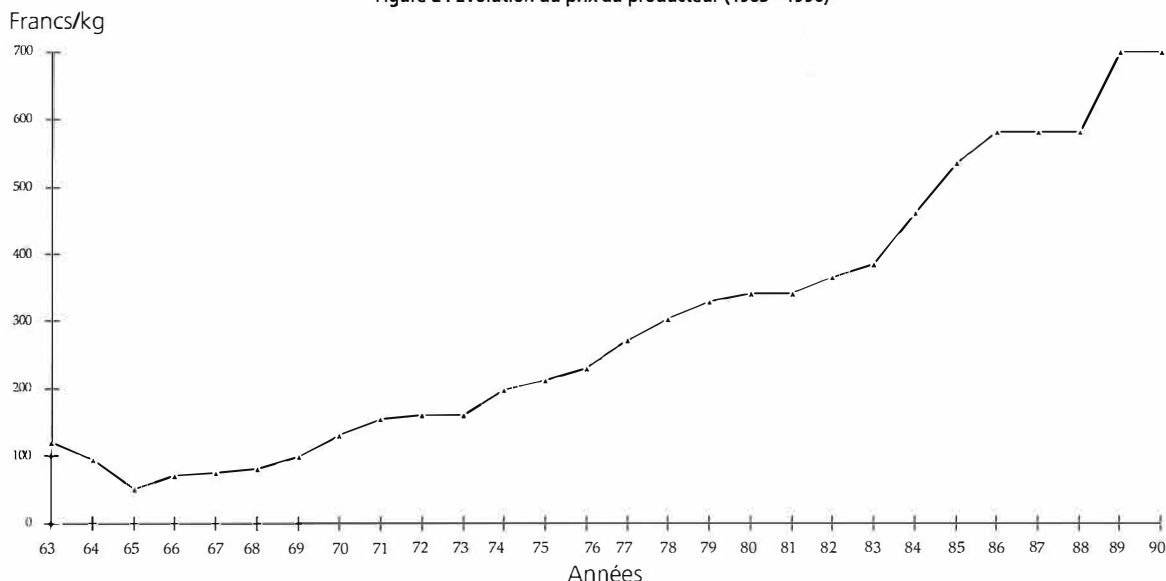
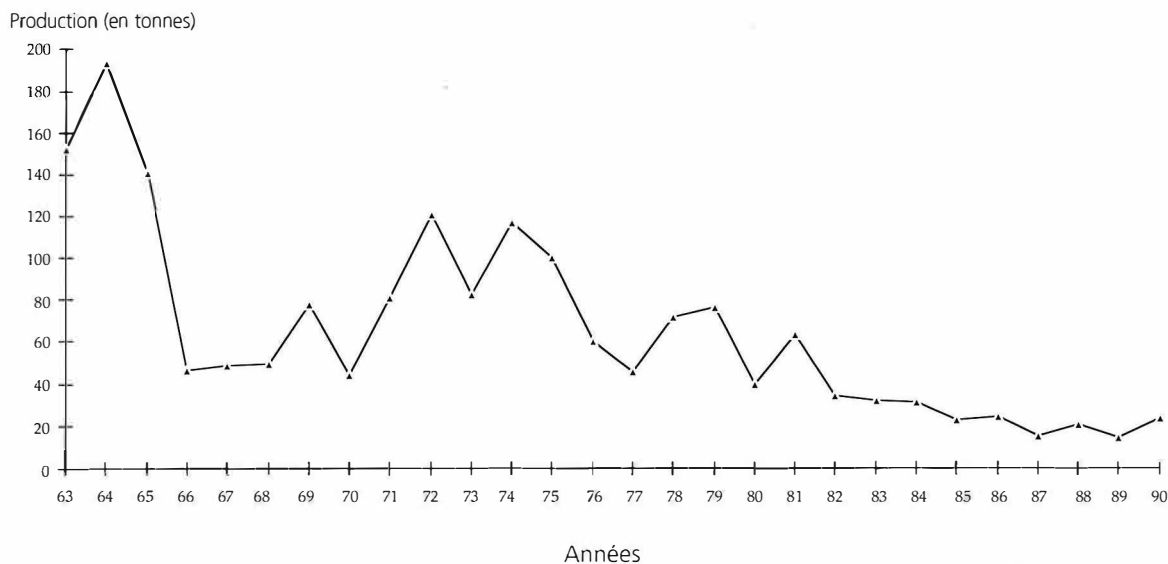


Figure 3 : Evolution de la collecte (1963 - 1990)



Au-delà de l'aspect économique, c'est l'enjeu social du Plan d'Aménagement des Hauts qui donne au "géranium" toute son importance aujourd'hui. Le "géranium" est une des rares cultures susceptibles de maintenir des emplois agricoles dans une zone où les problèmes d'enclavement sont encore importants et où la mécanisation n'est pas envisageable (Demarne, 1988).

Le "géranium" présente en effet des avantages certains :

- sa marge à l'hectare peut être élevée ;
- son essence est facilement transportable ;
- son rapport valeur/poids est excellent ;
- son débouché est assuré.

### Les structures de production

#### *Localisation et superficie cultivée*

Les surfaces cultivées et les effectifs de planteurs de "géranium" régressent rapidement

Tableau III : Evolution des superficies cultivées en "géranium"

	Surfaces	Effectifs	Surface/Exploitation
"Géranium" 1981	2699 ha	2271	1.19
"Géranium" Vétiver 1989	1637 ha	1267	1.29

Source : RGA

(Tableau III). L'essentiel du "géranium" est cultivé dans les Hauts du Sud et les Hauts de l'Ouest. On trouve par ailleurs quelques hectares à Mafate et dans les Hauts de Sainte-Marie (Figure 4).

La superficie moyenne par producteur se maintient autour de 1 hectare de "géranium" par exploitation ; cette stabilité est liée au caractère manuel de la culture. Il faut environ 200 jours de travail pour produire annuellement 50 kg d'essence sur un hectare (Rouault, 1989).

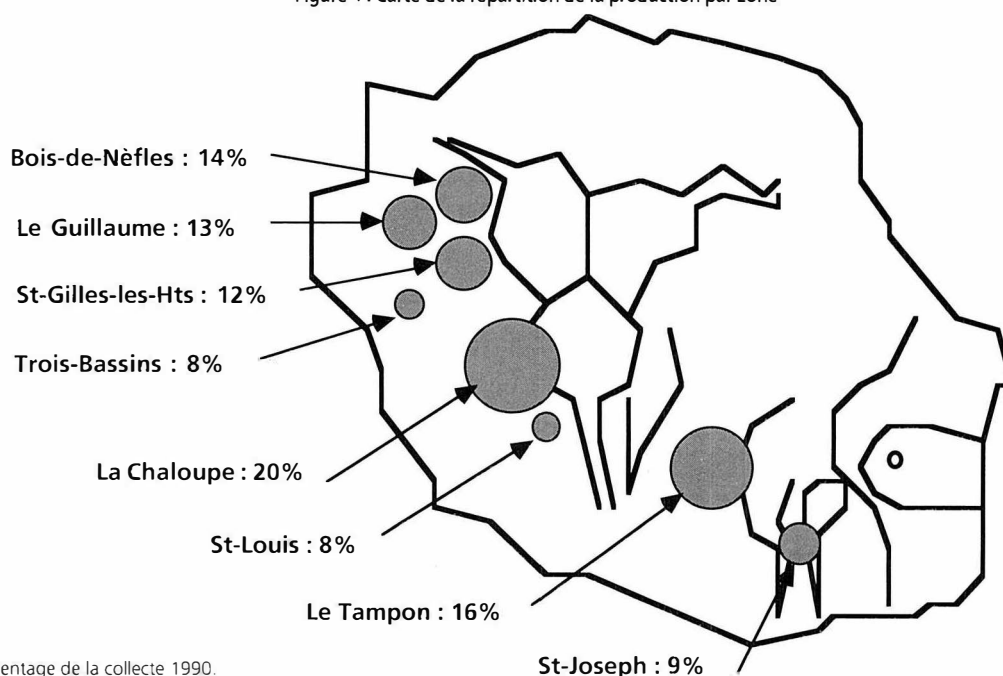
#### *Mode de faire-valoir et taille des exploitations*

Avant les années soixante, l'essentiel de la production était le fait de grandes propriétés en colonage. Depuis cette époque, le colonage est en régression constante, de nombreux grands domaines ont été vendus à la SAFER. Les rétrocessions permettent aux colons d'accéder à la propriété de la terre, on constate donc une régression du colonage au profit du faire-valoir direct (Figure 5).

Ce changement de mode de faire-valoir, s'accompagne d'un changement de taille de l'exploitation qui passe de 1 à 2 hectares, à 5 à 20 hectares. Lorsque la taille de l'exploitation augmente, l'agriculteur cherche à maximiser la productivité de son travail, la canne sur plusieurs hectares valorise mieux le travail que le "géranium" sur un hectare (Chastel, 1987). Ailleurs c'est l'élevage qui prend la place du "géranium" (Perdriolle, 1987).

Lorsque le colonage se maintient, les relations entre colons et propriétaires ont tendance à

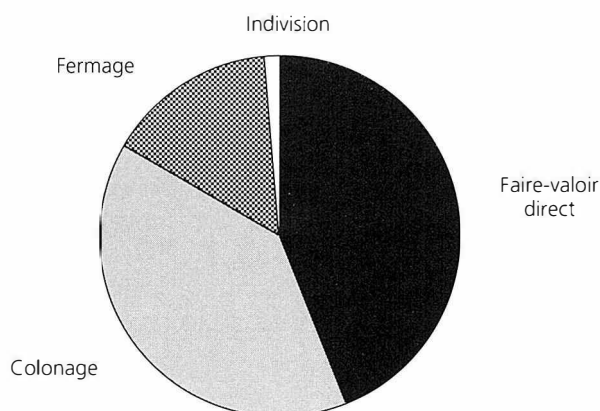
Figure 4 : Carte de la répartition de la production par zone



En pourcentage de la collecte 1990.



Figure 5 : Répartition des modes de faire-valoir



En pourcentage de la surface cultivée en "géranium". Source : RGA 1990.

se distendre, la participation du propriétaire au quart des frais de culture n'est plus respectée. Les performances techniques régressent dans la mesure où les colons comme les propriétaires comptent de moins en moins sur le revenu du "géranium".

#### *Les actifs familiaux*

L'âge moyen des planteurs est de 43 ans, 3 planteurs sur 5 sont analphabètes. La main-d'œuvre familiale disponible est d'environ 1,4 actif par exploitation (SUAD, 1989). La pluri-activité est très fréquente. En général, le "géranium" ne représente qu'une faible part des ressources des ménages (Bridier, 1985).

#### *Système de production*

La recherche et le développement préconisent un système de culture intensif qui implique une diversification pour assurer une rotation des cultures. En effet, la monoculture du "géranium"

ne permet pas le maintien de la fertilité (Chastel, Michellon, 1989).

En 1981, près de la moitié des exploitations cultivaient le "géranium" en monoculture ; cette proportion est tombée à moins d'un tiers. Cependant, 78 % des exploitants n'habitent pas sur leur parcelle (SUAD, 1989). Cette situation constitue un frein à la diversification car elle empêche la surveillance nécessaire pour des productions telles que les cultures maraîchères et fruitières.

### **La collecte**

#### *Le fonctionnement de la CAHEB*

La CAHEB fut créée en 1963 dans le but d'assainir les modalités de collecte. Dès 1964, cette coopérative regroupait la majorité des planteurs.

La coopérative passe un contrat avec ses sociétaires, elle offre une garantie d'achat et de prix. En contre partie, le sociétaire s'engage :

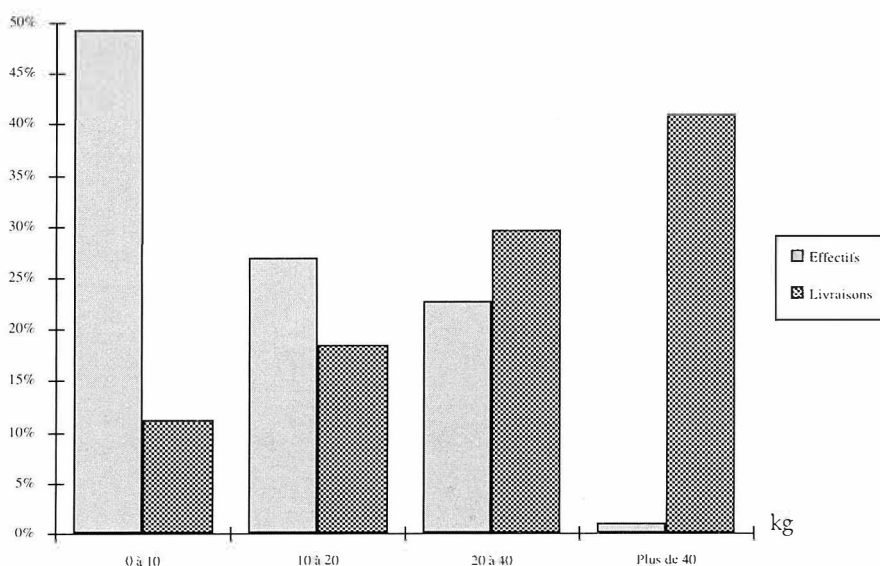
- à livrer à la coopérative la totalité de son essence,
- à fournir un produit loyal et marchand (de couleur verte),
- à déclarer ses surfaces.

#### *La structure des livraisons*

La structure des livraisons par catégorie de livreurs est très déséquilibrée, les deux tiers des livraisons sont assurés par un tiers des planteurs (Figure 6).

Depuis 1987, la part relative des petits livreurs dans la collecte tend à diminuer. On peut y voir un professionnalisme accru des "gros" livreurs (plus de 40 kg par an) qui prennent une part grandissante dans la production (Figure 7).

Figure 6 : Structure de la collecte d'essence de "géranium" par catégorie de livreurs



Collecte 1991.  
Source : CAHEB.

Tous les centres voient leur collecte diminuer, toutefois le rythme de régression varie d'une région à l'autre ; par exemple, il est plus rapide pour Trois-Bassins que pour St-Joseph (Figure 8).

## LE MARCHÉ INTERNATIONAL DU "GERANIUM"

### L'utilisation et la qualité de l'essence de "géranium"

L'essence de "géranium" est une matière première de grande importance dans l'industrie

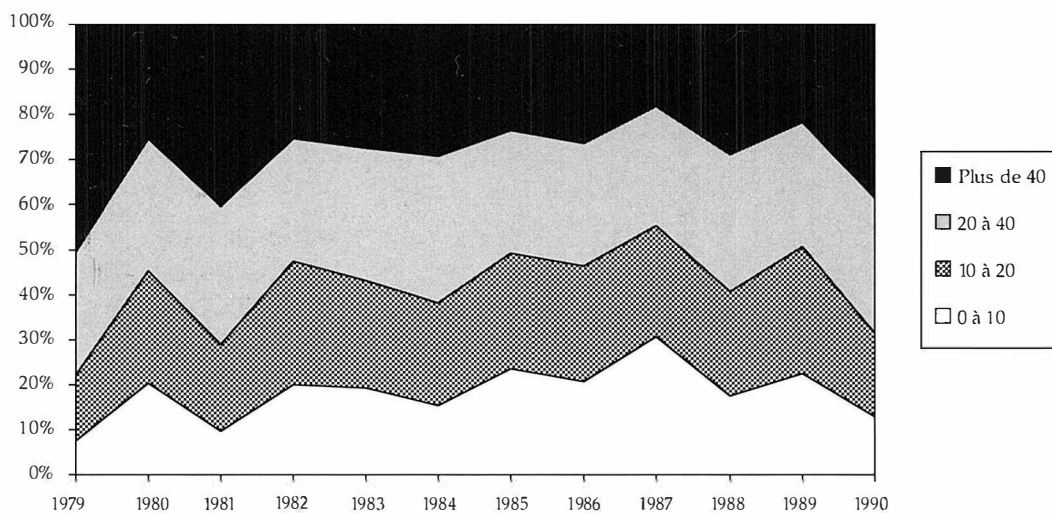
cosmétique. Plus accessoirement, elle entre dans la composition de savons et dans certains produits pharmaceutiques.

L'huile essentielle de "géranium rosat" est un mélange complexe d'alcools : linalol, géraniol, citronellol. Ces alcools sont qualifiés sous le terme générique de rhodinol. La teneur en rhodinol détermine la qualité de l'essence, à la Réunion cette teneur est très élevée (entre 41 et 54 %), c'est ce qui fait la renommée internationale de ce produit.

### Le marché mondial

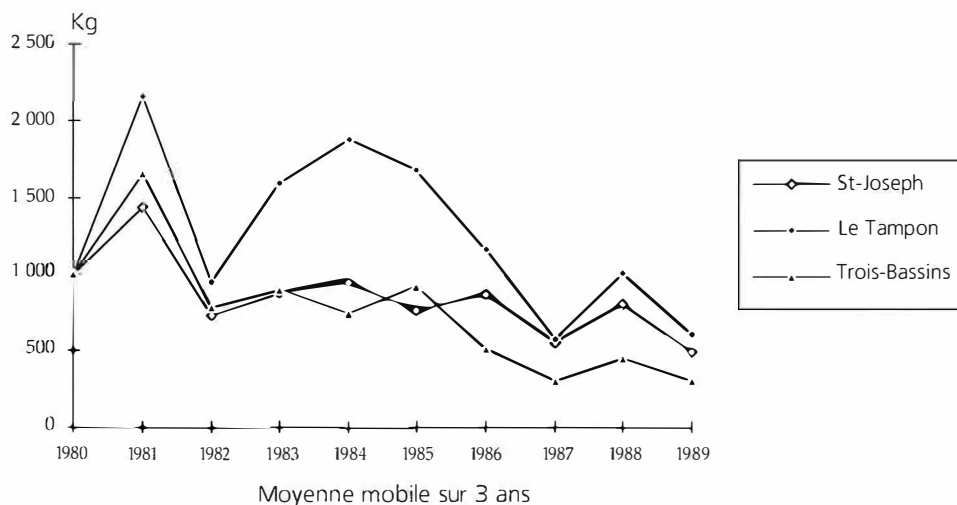
On peut estimer entre 200 et 400 tonnes la demande sur le marché mondial. Le marché se

Figure 7 : Evolution de la part de production par classe de livreurs



Source : CAHEB.

Figure 8 : Evolution des livraisons selon les centres de collecte



Source : CAHEB.

caractérise par son étroitesse et son absence totale de transparence, dans ces conditions les données statistiques sont peu fiables : les prix, la production et les exportations par pays varient d'une année à l'autre. Les données qui suivent n'ont donc qu'un caractère indicatif.

### Les pays exportateurs

Les principaux pays exportateurs d'huile essentielle de "géranium" sont : la Chine, la Réunion, les pays d'Afrique du Nord.

La tendance récente à la baisse des prix sur le marché mondial a bénéficié à la Chine mais la collecte auprès des agriculteurs chinois est fortement désorganisée et la Chine connaît aujourd'hui une situation semblable à celle de la Réunion il y a 30 ans avec des crises de surproduction suivies de sous-production (Demarne, 1989).

L'essence de "géranium Bourbon" est réputée pour sa qualité. La Réunion a été le premier producteur mondial jusqu'à la fin des années soixante, c'est elle qui orientait alors le marché, mais l'irrégularité de son offre a permis à ses concurrents de se positionner sur le marché.

La France, non productrice, exporte après l'avoir importée de l'essence de "géranium Bourbon" brute ainsi que des assemblages c'est-à-dire des mélanges correspondants aux spécifications des acheteurs. Les industriels français des arômes sont leaders sur le marché.

Les pays d'Afrique du Nord (Egypte, Maroc, Algérie) ont une essence de bonne qualité. Les quantités exportées sont faibles.

Les autres pays producteurs n'ont pas un statut d'exportateur régulier. On peut citer l'Inde, les pays d'Europe de l'Est (URSS, Bulgarie, Yougoslavie).

### Les pays importateurs

Les pays importateurs sont principalement la France, la Suisse et les USA, et secondairement le Japon et les autres pays d'Europe de l'Ouest. Quelques pays producteurs peuvent être occasionnellement importateurs : l'Inde, les pays d'Europe de l'Est...

### Les prix

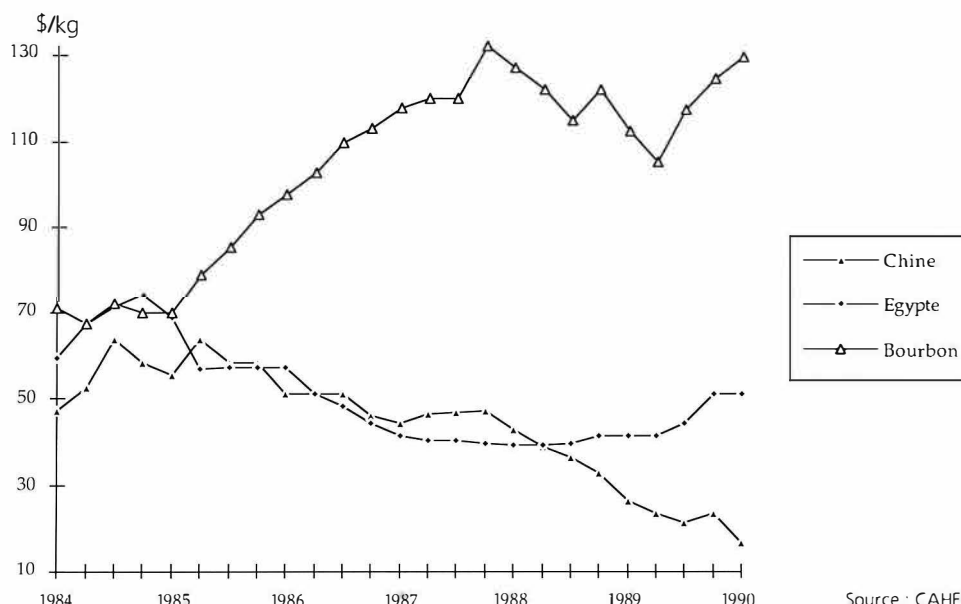
Les prix à l'exportation varient fortement d'un pays à l'autre, le "géranium Bourbon" bénéficie d'un "sur-prix" en partie justifié par la qualité. L'essence de "géranium" étant payée le plus souvent en dollars, la baisse du taux de change de cette monnaie entraîne un renchérissement du prix du "géranium Bourbon". Aujourd'hui l'écart de prix avec les essences concurrentes paraît très élevé (Figure 9).

### Perspectives de marché

Le "géranium" pourrait être concurrencé à terme par le rhodinol de synthèse, toutefois les arômes naturels contenus dans l'essence de "géranium" sont appréciés en parfumerie. Par ailleurs le citronellol naturel est un produit rare et très recherché.

On considère que la demande devrait rester stable. La Chine a augmenté ses parts de

Figure 9 : Comparaison des prix



Source : CAHEB.

marché grâce aux faibles prix pratiqués, toutefois cette politique a des limites. C'est finalement la garantie de qualité et la sécurité d'approvisionnement qui sont l'atout majeur de la Réunion. De ce point de vue, le contrôle réalisé à la Réunion par le Service des fraudes constitue un label de qualité qui facilite les transactions. La CAHEB souhaite ardemment son maintien.

La CAHEB estime qu'elle bénéficie aujourd'hui de débouchés assurés pour 30 à 40 tonnes d'essence de "géranium" par an. Un stock de 10 à 20 tonnes est jugé nécessaire pour faire face aux aléas climatiques et aux fluctuations du marché.

## LES PERSPECTIVES DE PRODUCTION A LA REUNION

### Abandon du système traditionnel

En 10 ans, le nombre de livreurs a été divisé par deux, le rythme de disparition des livreurs est d'une centaine par an. Dans le même temps, la production passait de 52 tonnes à 20 tonnes. Le mode traditionnel de production du "géranium" semble condamné : érosion des sols, suppression du colonage, opportunités des ressources extérieures, évolution de la société des Hauts...

La productivité de la main-d'œuvre en système traditionnel stagne à un niveau très bas. Les planteurs abandonnent alors leur culture, ce phénomène est accentué par l'augmentation régulière des prestations sociales.

### Vers un système de production à forte productivité

Ce constat ne signifie pas pour autant la fin de la filière "géranium".

Des progrès importants ont été accomplis :

- amélioration des infrastructures (aménagement fonciers, routes, retenues d'eau,...),
- amélioration de l'organisation et de la formation des planteurs (groupements, syndicats, sessions de formation,...),
- amélioration des techniques culturales (plantation en ligne, lutte contre les maladies).

Les techniques d'herbicidage mises au point récemment par la recherche et le développement ont permis de réduire fortement les temps de sarclage. Ainsi, les surfaces cultivées peuvent augmenter. La maîtrise des traitements phytosanitaires assure des rendements élevés.

C'est désormais la phase de récolte et dis-

tillation qui constitue un goulot d'étranglement pour la main-d'œuvre. La récolteuse mécanique lève un premier frein. Les techniques à mettre en œuvre pour accroître la productivité du chantier de distillation sont également connues : il conviendrait de créer de grosses unités et de renoncer à la distillation individuelle (Demarne, 1991). Un tel investissement relancerait sans aucun doute la filière. Il implique un gros effort d'organisation de la part de la profession et un partenariat actif de la part des organismes financiers, de développement et de recherche.

Ces innovations pourront être valorisées par de nouveaux producteurs qui apparaissent depuis quelques années (jeunes tributaires SAFER, maraîchers du Sud, planteurs de cannes souhaitant diversifier...). L'augmentation régulière de la livraison moyenne annuelle par producteur est un indice encourageant.

### Références bibliographiques

- AGRESTE, 1991. Annuaire de statistique agricole - Réunion : Année 1990. Saint-Denis, NID, 60 p.
- BERTHIER F., 1970. L'organisation du marché de l'huile essentielle de "géranium Bourbon". Saint-Denis de la Réunion, Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Sciences économiques, 207 p.
- BRIDIER B., 1985. Quel avenir pour le "géranium" et le développement agricole des Hauts de l'Ouest de la Réunion ? L'AGRO. TROP. 40 (4) : 342-356.
- CHASTEL J.M., 1987. Place du "géranium" dans les agricultures des Hauts de l'Ouest. Saint-Denis, Journées d'information du CIRAD dans le cadre du contrat de plan 84-88, 21 p.
- CHASTEL J.M., MICHELLON R., 1989. Recherches sur les systèmes de production agricole dans les Hauts de l'Ouest. Saint-Denis, NID, Rapport annuel 1988 : 97-112.
- DAF, 1989. Premiers résultats du recensement agricole 1988-1989. Saint-Denis, DAF, 13 p.
- DAF, 1963-1990. Annuaire de statistique agricole. Saint-Denis, DAF, 60 p.
- DEMARNE F., 1988. Panorama agricole et sucrier 1978-1988. Saint-Denis, ARTAS, 85-87.
- DEMARNE F., 1989. Rapport de mission en Chine. Saint-Denis, IRAT, 45 p.
- DEMARNE F., 1991. Distiller le "géranium rosat" à la Réunion. Saint-Denis, IRAT, 14 p. + annexes.
- DDA, 1981. Etude sur les structures de production du "géranium". Saint-Denis, DDA, Collection Etudes, 55 p.
- MARIOTTI A., 1954. Le "géranium" et le vétiver à la Réunion. BTI N°75 : 783-790.
- PERDRIOLLE V., 1987. Evolution des exploitations agricoles attribuées par la SAFER dans les Hauts de l'Ouest. Montpellier, INPSA/CNEARC/IRAT, 128 p.
- ROUAULT O., 1989. Contribution à l'élaboration d'un référentiel "géranium". Saint-Denis, CIRAD, Mémoire ISTOM, 59 p.
- SUAD, 1989. Bilan des actions conduites dans le cadre du plan de relance "Géranium"-diversification de 1985 à 1988. Trois Bassins, Chambre d'agriculture, 13 p.



# LES SYSTEMES DE CULTURE

Roger Michellon

Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le "géranium rosat" a progressivement permis la mise en valeur des terrains, alors inexploités, de la zone sous le vent de moyenne altitude.

Mais au cours des deux dernières décennies, l'évolution rapide de l'économie de l'île a entraîné une mutation profonde des systèmes de culture à base de "géranium".

La culture itinérante traditionnelle, avec jachère arborée, s'est progressivement sédentarisée sous l'influence de différents facteurs socio-économiques (Bridier, 1987). L'abandon de la jachère, qui assurait la restauration de la fertilité depuis un demi-siècle, a entraîné, en l'absence de changement notable d'itinéraire technique, une baisse des rendements, accompagnée d'une prolifération des adventices et des maladies. Cette dégradation des conditions agronomiques de culture a contribué à la disparition d'un grand nombre d'exploitations, souvent à temps partiel.

Actuellement une évolution, amorcée quelques années plus tôt dans le Sud (Bridier, 1985), se généralise grâce à une diversification des productions végétales et une orientation de la zone vers la polyculture-élevage, favorisée par le désenclavement, l'apparition de marchés liés à l'urbanisation, le changement de mode de faire-valoir, la formation des hommes, ...

## 1 - LE SYSTEME DE CULTURE TRADITIONNEL

Traditionnellement, le "géranium" est une culture itinérante sur défrichage d'*Acacia decurrens* dans la partie haute. Il entre en rotation avec la canne à sucre dans la partie inférieure à 800 m.

Les durées de ces cycles sont normalement de 10 à 17 ans suivant l'espérance de vie de ces plantes pérennes :

- canne à sucre 5 à 7 ans, "géranium" 5 à 7 ans ;
- friche d'*Acacia* 10 ans, "géranium" 5 à 7 ans.

### Les cultures associées

Le champ de "géranium" n'est pas conduit de façon homogène, principalement en raison de la présence de cultures associées, destinées à l'autoconsommation, qui déterminent des "taches" ou des points particuliers dans la parcelle.

Lorsque le mode de faire-valoir est le colona, les cultures associées sont tolérées par le propriétaire, dans la mesure où le "géranium", ou la canne, reste la culture principale dans le champ. Les productions annexes ne font pas l'objet de partage, ni pour les charges ni pour les produits.

On peut distinguer quatre types d'association ayant leur propre itinéraire technique au sein de l'ensemble constituant le système de culture traditionnel (Tableau I).

Certaines pratiques culturelles concernant les cultures associées sont communes à tous les planteurs (espèces cultivées, fumure de base, densité pour chaque espèce). Mais chaque agriculteur, tous les ans, établit un compromis entre :

- ses besoins d'autoconsommation ;
- ses besoins monétaires au moment du remplacement des pieds manquants, qui vont l'inciter à distiller les boutures de "géranium" disponibles ;
- la mortalité du "géranium" et son état sanitaire, variables suivant l'intensité des dégâts provoqués par diverses maladies, qui déterminent la disponibilité en boutures : anthracnose, dépérissements ;

- sa perception de la rentabilité de la culture du "géranium" en fonction de l'évolution du prix de l'huile essentielle.

Les surfaces consacrées aux différentes cultures sont ainsi très fluctuantes d'une année à l'autre, et les successions culturales à l'intérieur d'un champ de "géranium" sont très difficiles à répertorier.

Globalement, la contribution des cultures associées, ajoutée à celles de la basse-cour et du jardin, peuvent dépasser la part du "géranium" ou de la canne à sucre dans l'économie fami-

liale ; elles assurent en outre un rôle tampon vis-à-vis des vicissitudes de la production d'huile essentielle (Clément, 1982).

### Les intrants

Les itinéraires techniques traditionnels pratiqués aussi bien sur le "géranium" que sur les cultures associées se caractérisent par des transferts réduits entre le champ et l'extérieur, du fait de l'enclavement des parcelles (Tableau II). En effet, d'une part le matériel requis

Tableau I : Les différents sous-systèmes traditionnels de cultures associées au "géranium"

	CULTURES ASSOCIEES "PONCTUELLES"	CULTURES ASSOCIEES "COUVRANTES"	CULTURES ASSOCIEES CONCENTREES AUTOUR DE L'ALAMBIC	CULTURES "INTERCALAIRES"
Définition et localisation	Productions disséminées par touffes ou individus dans l'ensemble du champ de "géranium" sur les résidus de sarclage et de défriche mis en tas.	Cultures réservées à la périphérie du champ, aux zones très érodées ou d'accès difficile (ruptures de pentes, bords de ravins...).	Cultures localisées dans un rayon de 10 à 20 m autour du tas de compost de "géranium", où le "géranium" devient une production très secondaire.	Productions organisées sur 300 à 5 000 m <sup>2</sup> , parfois disséminées sur la totalité du champ, selon des critères d'espacement qui tiennent compte de la culture du "géranium".
Intérêt	Utiliser la matière organique issue de la décomposition des adventices, ou les éléments minéraux (P, K, Ca) libérés lors de l'écobuage.	Mettre en valeur les zones pauvres où le "géranium" disparaît rapidement, et délimiter les parcelles.	Optimiser l'emploi du compost de "géranium" en cultivant des espèces à haute valeur marchande et exigeantes en éléments fertilisants.	Mettre en culture l'espace disponible entre les plants de "géranium".
Espèces cultivées	Choux pérennes, oignons (écobuage). Pommes de terre, fleurs, patates douces (résidus d'adventices).	Chayottes ( <i>Sechium edule</i> ). Songes ( <i>Colocasia antiquorum</i> ). Bananiers, vétyver ( <i>Vetiveria zizanioides</i> ).	Cultures légumières très variées (tomates, aulx, oignons, artichauts, piments, aubergines...).	Haricot, de mars à septembre ; éventuellement tomate ou pomme de terre. Mais de décembre à juin.
Destination	Autoconsommation.	Autoconsommation et chaumes (vétyver).	Autoconsommation, troc ou vente des surplus.	Autoconsommation.
Itinéraires techniques adoptés pour les productions associées au "géranium".	Plantation au trou, quand la main-d'œuvre est disponible. Aucune fumure de complément. Buttage pour la pomme de terre. Récolte échelonnée en fonction des besoins d'autoconsommation.	Plantation au trou quand la main-d'œuvre est disponible. Parfois compost de "géranium" à la plantation. Récolte échelonnée en fonction des besoins.	Sarclage, parfois préparation de "planches". Plantation au trou, parfois pépinières. Fumure organique localisée à la plantation + compléments minéraux. 2 à 3 sarclages en plus de ceux nécessaires au "géranium". Récolte échelonnée en fonction des besoins d'autoconsommation.	Sarclage du "géranium". Plantation échelonnée au trou en poquets. La densité est une fonction inversée de celle du "géranium", pour les haricots, les tomates et les pommes de terre (5 000 à 30 000 poquets/ha) ; pour le maïs, c'est une constante (2 000 plants/ha). Fertilisation minérale éventuelle (50 à 150 kg de 10-20-20 par hectare). 1 sarclage-buttage un mois après la levée, en plus de ceux intervenant pour le "géranium". Récolte échelonnée en fonction des besoins.
Successions culturales	Sur un même point : 1 à 2 cycles culturaux avant une plantation de "géranium".	Cultures pérennes présentes tout le long du cycle du "géranium".	Assolement défini par les besoins d'autoconsommation.	Très variables et difficiles à cerner.

est composé d'un outillage manuel léger et polyvalent, l'alambic mis à part.

D'autre part, la distillation du "géranium" a lieu sur chaque champ, et, après compostage naturel, les résidus sont utilisés au sein même de la parcelle. L'eau nécessaire à la distillation et l'engrais sont ainsi les seuls intrants du système.

La fumure minérale croît avec l'âge de la

plantation pour tenir compte de la baisse de fertilité des sols. Celle-ci n'est pas due à un bilan minéral particulièrement déséquilibré, du fait de la restitution de la quasi-totalité de la matière végétale (sauf pour le calcium et la potasse, lessivés dans le tas de compost) ; elle est la conséquence d'un lessivage fort, en l'absence de protection antiérosive.

Tableau II : Itinéraire technique employé pour une culture traditionnelle de "géranium"

OPERATIONS CULTURALES	TECHNIQUES ADOPTEES	OUTILS																																					
Préparation du terrain	Défrichage manuel. Ecobuage des débris végétaux. Annelage des arbres débités au fur et à mesure des besoins en bois pour la distillation ou ceux du ménage.	Sabre à canne. "Gratte".																																					
Plantation	Les boutures aoutées, de 20 à 40 cm de hauteur, sont plantées au trou, en tous sens, pendant la saison fraîche, à 40 000-45 000 plants par hectare. Elles sont prélevées dans des champs en voie d'abandon. Des manquants sont remplacés chaque année.	Couteau. "Pique" pour les trous.																																					
Désherbage	Sarclage après chaque récolte. Les parcelles sont laissées enherbées pendant la saison cyclonique : la vitesse de développement des adventices y est supérieure à la capacité de sarclage des agriculteurs (pratique dite de "Tenherbement cyclonique").	"Gratte".																																					
Protection phytosanitaire	Inexistante																																						
Fertilisation	<p>Fumure minérale d'entretien, localisée au pied de chaque plant, en un apport par an, en fin de saison des pluies, d'un engrais ternaire 10-20-20 :</p> <table><tr><td>Fumure</td><td>Année P = année de plantation</td><td>P+1</td><td>P+2</td><td>P+3</td><td>P+4</td><td>P+5</td><td>P+6</td><td>P+7</td></tr><tr><td>Apports de 10-20-20 en g/plant</td><td>0</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9-10</td><td>9-10</td><td>9-10</td><td>9-10</td></tr><tr><td>Apports de 10-20-20 en kg/ha</td><td>0</td><td>100-150</td><td>150-200</td><td>250-300</td><td>300-400</td><td colspan="3">150 à 350 en fonction de la densité</td></tr></table> <p>Amendement organique éventuel : compost de "géranium" localisé au trou de plantation ou lors du recensement des manquants (environ 100 à 150 g par plant, soit de l'ordre de 1t/ha/an). Remarques : l'estimation des exportations pour 20 t de matière verte, soit 40 kg d'huile essentielle, donne en unités fertilisantes :</p> <table><tr><td>N</td><td>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>K<sub>2</sub>O</td><td>CaO</td><td>MgO</td></tr><tr><td>70 à 80</td><td>15 à 25</td><td>100 à 130</td><td>100 à 150</td><td>15-25</td></tr></table>	Fumure	Année P = année de plantation	P+1	P+2	P+3	P+4	P+5	P+6	P+7	Apports de 10-20-20 en g/plant	0	3	5	7	9-10	9-10	9-10	9-10	Apports de 10-20-20 en kg/ha	0	100-150	150-200	250-300	300-400	150 à 350 en fonction de la densité			N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	70 à 80	15 à 25	100 à 130	100 à 150	15-25	<p>"Pique" ou "gratte" et épandage manuel.</p> <p>"Pique" ou "gratte". Epandage manuel.</p>
Fumure	Année P = année de plantation	P+1	P+2	P+3	P+4	P+5	P+6	P+7																															
Apports de 10-20-20 en g/plant	0	3	5	7	9-10	9-10	9-10	9-10																															
Apports de 10-20-20 en kg/ha	0	100-150	150-200	250-300	300-400	150 à 350 en fonction de la densité																																	
N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO																																			
70 à 80	15 à 25	100 à 130	100 à 150	15-25																																			
Récolte	<p>Coupe de la partie aérienne (l'huile essentielle est située principalement dans les bourgeons et les feuilles). Les jeunes pousses sont laissées comme tire-sève. Hydrodistillation du "géranium". Rendement : 1 à 4 % de la matière verte (250 g à 1 kg d'huile essentielle par distillation), soit 20 à 40 kg d'huile essentielle/ha/an.</p>	<p>Sécateur. Alambic de 3 à 4 m<sup>3</sup> de capacité installé sur chaque champ, appartenant au propriétaire du terrain.</p>																																					
Sous-produits	<p>Valorisation des sous-produits : le fumier de "géranium" résulte d'un compostage naturel des résidus de distillation mis en tas à l'air libre près de l'alambic. Ce compost est restitué au champ, soit lors du remplacement des manquants, soit lors de la plantation des cultures associées. Une part importante, mais non quantifiée, de cet amendement organique est exportée vers le jardin familial. Dix tonnes de ce compost bien décomposé permettent les restitutions suivantes, exprimées en unités fertilisantes.</p> <table><tr><td>N</td><td>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td><td>K<sub>2</sub>O</td><td>CaO</td><td>MgO</td></tr><tr><td>70-80</td><td>20</td><td>50</td><td>150</td><td>20</td></tr></table>	N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	70-80	20	50	150	20																												
N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO																																			
70-80	20	50	150	20																																			

Cette dégradation de la fertilité s'accompagne d'un accroissement des dépérissements (pourridiés, flétrissement bactérien) et de l'enherbement. Au fur et à mesure des sarclages, les espèces vivaces deviennent prépondérantes (*Phalaris arundinacea*, *Oxalis spp.*, *Cyperus spp.*, *Commelina diffusa*, *Digitaria spp.*, ...).

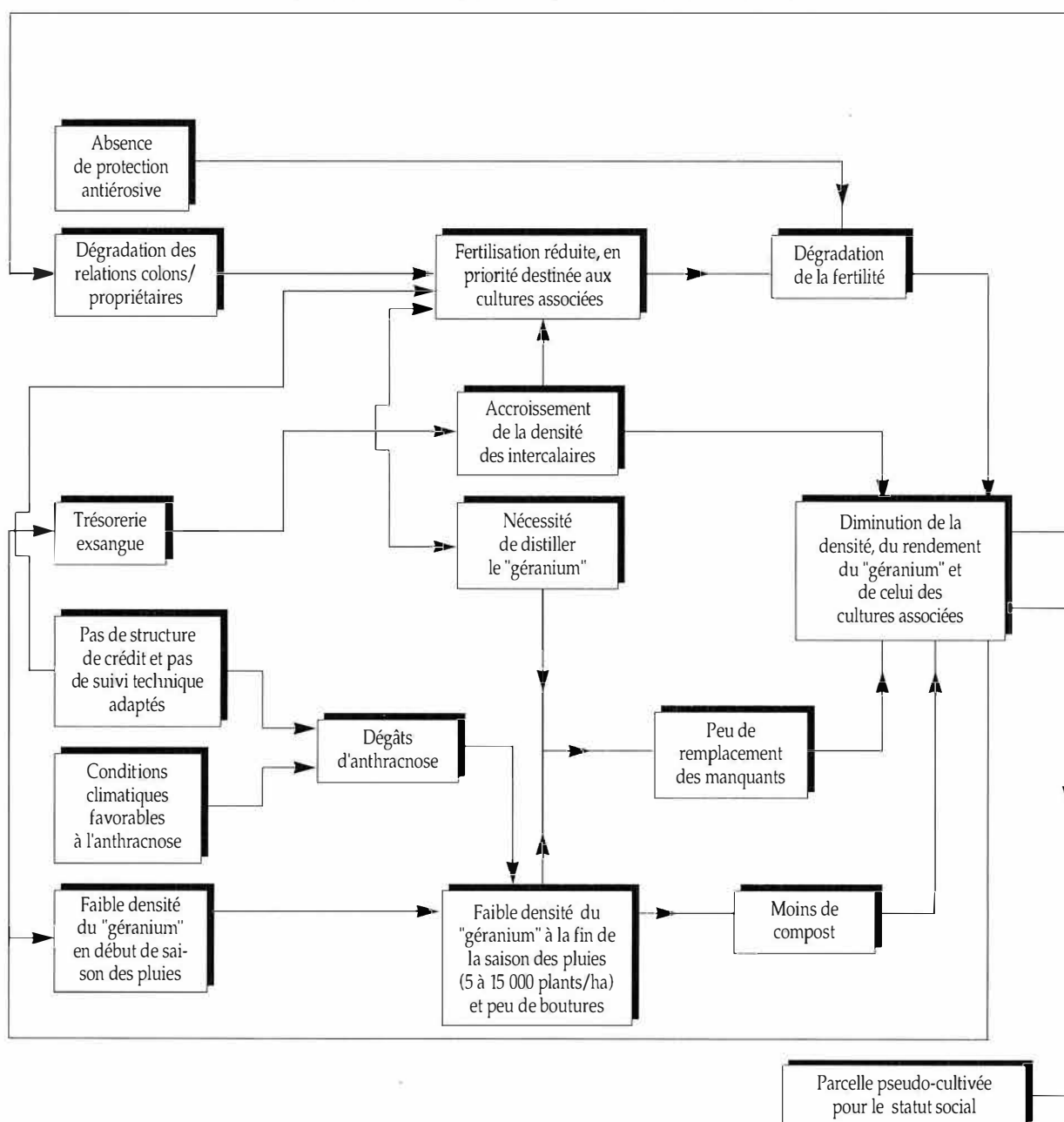
Les temps de sarclage augmentent, alors que la production chute ; la baisse de la productivité du travail conduit ainsi, au bout de

quelques années, à la mise en culture d'une nouvelle parcelle et à la mise en jachère ou en canne à sucre de l'ancienne.

Mais ce système traditionnel de culture itinérante s'est marginalisé avec une sédentarisation progressive des surfaces cultivées. Ainsi en 1983 (Bridier), près des trois quarts des planteurs produisent du "géranium" sur la même parcelle.

Cette sédentarisation a conduit à différents systèmes selon les types d'exploitations.

Figure 1 : Evolution de la parcelle de "géranium" en l'absence de rotation





## 2 - SYSTEME DEGRADE EN MONOCULTURE

L'évolution vers ce système non reproductible découle de différentes contraintes : structurelles (taille de l'exploitation, mode de faire-valoir, enclavement, ...), financières (trésorerie, ...), et souvent manque de formation technique.

Les modifications des pratiques découlent de ces problèmes :

- les intrants sont limités aux engrais minéraux, dont les apports sont réduits et très irréguliers par rapport au système traditionnel (de 0 à 200 kg de 10-20-20 par hectare et par an selon l'état de la trésorerie) ;
- les cultures associées concurrencent le "géranium" au moment du remplacement des manquants, et pour les restitutions de compost qui leur sont réservées ;
- les adventices ne sont plus maîtrisées, en l'absence de jachère arborée et de traitements herbicides ; la productivité de la main-d'œuvre devient très faible.

L'état du système se dégrade inexorablement suivant un enchaînement décrit dans la figure 1.

La dégradation de la fertilité et les problèmes phytosanitaires, qui conduisent à l'abandon de la parcelle en système traditionnel, s'accroissent. La fertilisation minérale est supprimée, les cultures associées deviennent prépondérantes, le "géranium" se raréfie. A un certain seuil, il ne peut même plus fournir suffisamment de compost pour les associations ; le planteur maintient alors une densité de "géranium" minimale (5 à 10 000 plants par hectare).

## 3 - SYSTEMES DIVERSIFIES A BASE DE "GERANIUM"

Ces systèmes qui tendent à se généraliser se rencontrent dans les exploitations en faire-valoir direct ou fermage dominant, de taille suffisante (plus de 2 à 3 hectares), présentant une trésorerie plus aisée, un accès aux marchés et un encadrement technique.

Ces conditions favorables permettent de diversifier les productions. Si, dans la partie haute, l'élevage bovin devient prépondérant, en altitude moyenne s'instaure un assolement

constitué de cultures vivrières et maraîchères de "géranium" et de canne à sucre.

Les facteurs prépondérants qui conditionnent la restauration de la fertilité et son maintien sont les apports de matière organique et donc les rotations, car les cultures vivrières bénéficient presque toujours exclusivement de ces restitutions. Elles permettent de régulariser leur production malgré les incertitudes climatiques et la variabilité de la fertilité des sols.

De même, dans les systèmes comprenant des cultures intercalaires, les apports réguliers de compost destinés aux plantes vivrières, augmentent très sensiblement la productivité du "géranium" associé. Ces intercalaires, généralement haricot, tomate, pomme de terre, maïs, ... sont conduites un interligne sur deux, en conservant un itinéraire technique proche de celui d'une culture pure, vulgarisé par les agents techniques. Lorsque la production du "géranium" devient très intensive, les intercalaires ne peuvent être réalisées que pendant la phase d'installation du "géranium".

Des aménagements antiérosifs, encore plus nécessaires que dans les systèmes traditionnels où l'enherbement est mal contrôlé en été, sont réalisés à partir de cordons végétaux qui peuvent être valorisés dans l'exploitation. Les apports d'engrais annuels sont accrus et réguliers, de l'ordre de 0,4 à 1 tonne d'engrais ternaire par hectare.

Les rendements annuels sont améliorés grâce au maintien d'une densité de culture élevée entre 25 000 et 50 000 plantes par hectare et à une lutte contre les agents pathogènes, en particulier l'anthracnose, par des traitements préventifs au captane.

Lorsque l'anthracnose est maîtrisée, les dépérissements dus au flétrissement bactérien et aux pourridiés apparaissent comme les principaux agents de mortalité en monoculture, même intensive. La mortalité est nettement diminuée avec des cultures intercalaires, probablement grâce aux restitutions de matière organique, et apparaît encore plus faible pour les plantations mises en place après rotation.

L'enherbement, limité après la défriche de l'*Acacia* en système traditionnel, devient ensuite difficile à maîtriser manuellement, en particulier pendant la saison cyclonique. Il ne semble alors plus possible de diminuer les besoins en main-d'œuvre par de simples sarclages, même grâce aux rotations.

Une nette amélioration de la productivité

est réalisée par l'emploi des herbicides de pré et de post-levée conseillés.

Les conséquences sur la productivité de la main-d'œuvre apparaissent très importantes.

Sans rotation, les intrants apportés au "géranium" ne sont pas valorisés, sauf avec des intercalaires qui conduisent à mieux rémunérer le facteur travail.

Après deux ou trois ans de rotation, la marge obtenue sur le "géranium" en production, apparaît cinq à six fois plus élevée qu'en monoculture et reste très stable, malgré des conditions climatiques défavorables, contrairement au système traditionnel.

#### 4 - CALENDRIERS CULTURAUX

Le système traditionnel -culture de "géranium" et cultures associées, complétées par la canne- permet une utilisation régulière de la main-d'œuvre familiale. La limite de deux hectares de "géranium" correspond à ce que deux personnes travaillant en permanence sur l'exploitation peuvent sarcler et récolter durant l'année (Tableau III).

Ces surfaces peuvent être accrues dans les systèmes diversifiés à base de "géranium", grâce à

l'utilisation des herbicides. En culture pure, ils permettent de réduire les temps de sarclage par quatre, ou même plus. Mais lorsque l'assolement est diversifié avec intensification de toutes les cultures, des périodes critiques apparaissent pour les semis et les récoltes. Le recours à une main-d'œuvre extérieure à la famille est inévitable, sans mécanisation de certaines opérations (Figure 2).

#### 5 - PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Des réductions importantes des postes essentiels des besoins en main-d'œuvre constitués par la récolte et la distillation devraient être réalisées au cours des prochaines années. L'accroissement des unités de distillerie et leur délocalisation par rapport aux exploitations pourraient conduire à une évolution du mode de gestion de la fertilité.

De nouveaux systèmes de culture, en rotation avec des espèces fourragères, ou construits en associant des couvertures vives aux cultures, permettraient de limiter les apports de matière organique actuellement indispensables.

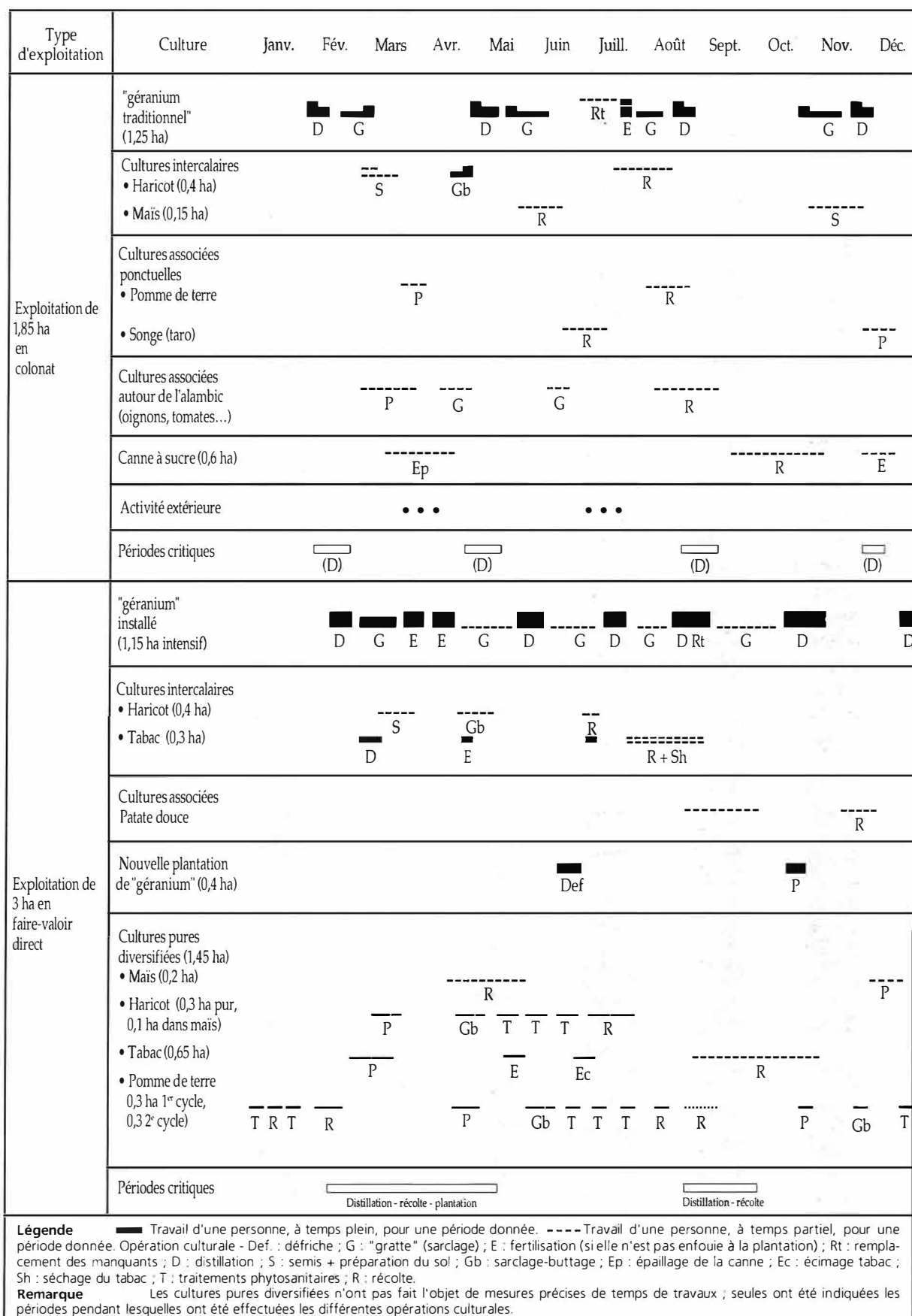
Les techniques de production avec une couverture végétale permanente du sol, qui sont en cours d'élaboration, ont d'autres effets agromomiques favorables, aux répercussions tech-

Tableau III : Temps de travaux annuels consacrés à 1 hectare de "géranium" suivant l'itinéraire technique traditionnel

OPERATION CULTURALE	ANNEE DE PLANTATION	ANNEES SUIVANTES		OBSERVATIONS
	Nbre de jours de travail	Nbre d'opérations	Nbre de jours de travail	
Défrichage manuel Plantation manuelle	40 à 50 30 à 35			1 fois tous les 5 à 7 ans
Remplacement	5 à 15	1	5 à 15	Augmente d'année en année avec les dépérissements
Fertilisation minérale	0 à 8	1	0 à 8	Fonction de la densité
Entretien-sarclage	15 à 25	4 à 5	60 à 125	Le temps par sarclage augmente d'année en année (enherbement croissant)
Récolte et distillation	10 à 20	4 à 5	40 à 100	Dépend de la productivité
Total : environ 150 jours par hectare l'année de la plantation, puis 105 à 250 jours par hectare et par an en fonction de l'âge et de la productivité de la parcelle..				

Durées ne comprenant pas le temps très variable consacré aux cultures associées.

Figure 2 : Calendriers culturels comparés d'une petite exploitation en colonat et d'une exploitation en faire-valoir direct aux productions diversifiées



nico-économiques importantes. La couverture assure une protection totale des sols contre l'érosion, en réduisant l'impact des gouttes de pluie et le ruissellement. Elle fournit de plus des résidus organiques au sol qui stimulent l'activité microbienne et accroissent la minéralisation : les apports de matière organique ne seraient alors plus indispensables.

Elle augmente très sensiblement l'infiltration de l'eau de pluie et favorise les précipitations occultes, dont l'apport ne serait pas négligeable en climat tropical d'altitude.

Des modifications de la faune apparaissent. Elles peuvent être favorables à la culture telles que la réduction des dégâts de ver blanc *Hoplochelus marginalis*, ou de cratopus en association avec le lotier, *Cratopus humeralis*,...

Outre les difficultés d'installation des mauvaises herbes dans un couvert végétal dense (semences photosensibles masquées par la litière), certaines plantes de couverture présen-

tent des effets allélopathiques et conduisent à une réduction de la prolifération des adventices. Le "géranium" doit être implanté dans une couverture installée, dont la maîtrise est parfois nécessaire pour éviter qu'une concurrence se manifeste. Elle est inutile avec l'*Arachis pintoï*, à port rampant ; mais elle reste aisée et peu onéreuse avec les autres plantes fourragères. L'homogénéité de la flore permet en effet de réduire les doses du graminicide, le fluazifop-p-butyl, utilisé sur kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) ou de bentazone, sur le lotier (*Lotus uliginosus*).

Ce nouveau mode de gestion du sol permet de mieux valoriser la main-d'œuvre, en réduisant les sarclages et généralement d'accroître le rendement des cultures. L'ensemble des effets favorables induits par ces techniques, et en particulier, la protection totale du milieu vis-à-vis des accidents climatiques, devrait conduire à moyen terme à une amélioration très nette des conditions de production.

#### Références bibliographiques

ASSOCIATION POUR LA PROMOTION RURALE, APR, 1977. La promotion du milieu rural réunionnais. Saint-Denis, APR, 76 p.  
BRIDIER B., 1983. Contribution à l'étude des structures et du fonctionnement des exploitations agricoles à "géranium" des Hauts de l'Ouest. Saint-Denis, IRAT, 51 p.  
BRIDIER B., 1985. Quel avenir pour le "géranium" et le développement agricole des Hauts de l'Ouest de la Réunion. L'AGRON. TROP. 40 (4) : 342-356.  
BRIDIER B., 1985. Evolution des "exploitations à géranium" de la commune du Tampon. Rapport Annuel IRAT-Réunion, p. 193-199.  
CLÉMENT D., 1982. De la plantation du "géranium" au maraîchage, transformation et continuité. Rapport d'une étude de cas effectuée auprès d'habitants créoles de Tan-Rouge. Saint-Denis, DDA, 278 p.  
GARIN P., 1983. Etude des itinéraires techniques rencontrés dans les systèmes d'exploitation à base de "géranium" dans les Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion. Possibilités d'appropriation des innovations techniques par les agriculteurs. Saint-Denis, DAA-IRAT, 114 p.  
GARIN P., 1987. Système de culture et itinéraires techniques dans les exploitations à base de "géranium" dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion. L'Agronomie Tropicale, n. 42 (4) : 289-356.

GIGNOUX I., 1988. Analyse évolutive et prospective de la production de "géranium" à la Réunion. Saint-Denis, IRAT, 85 p.  
MICHELLON R., 1982. Peut-on intensifier la culture du "géranium rosat" ? Saint-Denis, IRAT, 28 p.  
MICHELLON R., 1990. Plantes de couverture et travail minimum du sol, en zone "géranium". Rapport Annuel IRAT-Réunion, p. 56-57.  
MICHELLON R., CHASTEL J.M., 1988. Recherches sur les systèmes de production agricole dans les Hauts de l'Ouest. Rapport annuel IRAT-Réunion. Cinq années de recherches agronomiques 1984-1988, p. 97-111.  
REMY P., 1984. Le haricot sec et la diversification des Hauts de l'Ouest de la Réunion. Saint-Denis, DAA-IRAT, 65 p.  
ROUAULT O., 1989. Contribution à l'élaboration d'un référentiel technico-économique. Saint-Denis, IRAT, 60 p.  
TOURTE R., CHATAIGNER J., 1983. L'analyse socio-économique de l'agriculture réunionnaise, ouverture de la recherche agronomique vers les systèmes de production et la recherche-développement. Montpellier, GERDAT, 40 p.  
VALY A., 1989. Analyse technico-économique des systèmes de production "géranium" à la Réunion. Saint-Denis, Chambre d'Agriculture, 78 p.

# HISTOIRE DE LA CULTURE, botanique, et systématique

Frédéric-Emmanuel Demarne

## 1 - HISTOIRE DE LA CULTURE

L'intérêt porté au "géranium rosat" date du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. A cette époque, la véritable rose du Levant (*Rosa damascena* Mill.) devenait rare, et le prix de son huile essentielle atteignait à Paris des niveaux excessifs. Cette situation contraignit les parfumeurs de l'époque à rechercher de nouvelles essences à odeur de rose. On se souvint alors des essais de distillation de "géranium rosat" qu'avait réalisés Recluz à Lyon en 1819.

En 1844, Demarson entreprit les essais de culture, et dès l'année suivante les premières plantations entraient en production dans la région de Grasse (France).

Mais la culture du "géranium rosat" s'accommodait difficilement des contraintes du climat du Sud de la France, et très rapidement, sous l'impulsion de sociétés grassoises, de nouvelles plantations furent établies en Afrique du Nord et dans l'océan Indien, là où le climat était idéal et la main-d'œuvre bon marché. La plante est introduite en Algérie dès 1847 et développée de façon industrielle par les Ets. Chiris. En 1880 elle est cultivée à la Réunion, où elle sera distillée pour la première fois en 1882 par M. Arnoux.

Depuis le début de ce siècle, la culture est apparue en Corse, en Italie, en Espagne, au Portugal, au Maroc, en Tunisie, en Egypte, en Russie méridionale, au Congo, au Kenya, au Tangaïka, à Madagascar, aux Comores, en Afrique du Sud, aux Etats-Unis, en Inde et au Brésil. Les développements les plus récents ont eu lieu en Chine depuis la fin de la "grande révolution culturelle prolétarienne", et tout récemment en Israël.

Cependant, si la culture du "géranium rosat" a été tentée dans de nombreux pays, elle

n'a connu que peu de développements importants, et la plupart des productions mentionnées ci-dessus ne revêtent aujourd'hui qu'un caractère anecdotique. Seules les productions de l'Egypte, du Maroc, de l'Algérie, de la Réunion, et de la République Populaire de Chine apparaissent de façon significative sur le marché mondial ; les productions de l'Inde et de l'Union Soviétique étant absorbées par les industries nationales de transformation.

A la Réunion la culture se développera tout d'abord sur les hauteurs du Sud de l'île, à la Plaine des Cafres puis au Tampon. Elle gagnera ensuite les Hauts du Sud-Ouest jusqu'à Saint-Leu, entre 700 et 1 200 m d'altitude. Sa progression vers l'Ouest sera interrompue par la première guerre mondiale en 1914, mais reprendra dès 1920 pour conquérir les Hauts de Saint-Paul. Si aujourd'hui les surfaces plantées en "géranium" à la Réunion peuvent être estimées à 1 000 ha, entre 1920 et 1935, cette culture a occupé jusqu'à 15 000 ha dans les Hauts de l'île, où la production atteignait plus de 300 tonnes d'huile essentielle par an.

## 2 - DESCRIPTION BOTANIQUE

L'origine des plantes qui sont aujourd'hui cultivées pour la production de l'huile essentielle de "géranium rosat" reste inconnue. A notre connaissance, il n'existe pas de document clair pour dire si les boutures qui ont servi à réaliser les premières plantations sont issues de plantes directement introduites d'Afrique du Sud, ou si les pieds-mères provenaient de sélections réalisées en Angleterre ou en France par quelques jardiniers perspicaces. Ces deux hypothèses se



retrouvent dans la littérature ancienne, certains auteurs attribuant l'introduction du "géranium rosat" à Bentink vers 1690, d'autres défendant la thèse selon laquelle ces plantes auraient été sélectionnées en Europe même.

Quoi qu'il en soit, tous les auteurs s'accordent à dire que les plantations établies dans le monde à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, l'ont toutes été à partir de boutures provenant des champs du Sud de la France.

Cependant, il existe plusieurs cultivars de "géranium rosat", phénotypiquement très proches, mais quand même suffisamment différents pour être distingués par un œil averti. A la Réunion par exemple, on rencontre dans les champs les cultivars "Rosé", "Blanc", "Mâle", ou même quelques pieds des cultivars "Menthe", "Citronnelle" ou "Eucalyptus", aujourd'hui interdits de culture. Globalement, on peut tout de même en donner la description morphologique suivante, correspondant au cultivar "Rosé", le plus répandu dans l'île :

Sous-arbrisseau à port érigé, très ramifiant, formant une touffe pouvant atteindre 1,3 m de hauteur et 1 m de diamètre.

Tige herbacée verte, brunissant et se lignifiant avec l'âge. Ramifications axillaires élançées ou étalées, donnant à la plante une allure générale de touffe compacte.

Feuilles vertes, plutôt douces au toucher, à indument comportant toujours de nombreux poils glandulaires ; limbe triangulaire-cordiforme, palmitipartite à pinnatipartite, base cordée, extrémités obtuses, marges irrégulièrement sées, (20-)50(-100) x (30-)70(-110) mm ; pétiole (10-)30(-80) mm ; stipules asymétriques, triangulaires 6 x 4 mm.

Inflorescences en rameaux florifères, comportant des feuilles de taille normale et des feuilles de taille réduite ; pédoncules 15-60 mm de longueur, velus, avec des poils glandulaires ; pseudo-ombelles de 3 à 10 fleurs. Pédicelles de 3 à 7 mm de longueur. Hypanthium de 3 à 9 mm. Sépales lancéolés, verts à brun-rougeâtre, 8-11 x 1,5-3,5 mm. Pétales rose violet ; 2 pétales postérieurs spatulés, environ 20 x 5 mm, à extrémités obtuses, réfléchis à environ 90° ; 3 pétales antérieurs spatulés, environ 15 x 3,5 mm munis de griffes à la base. Androcée non-fonctionnel, 3 staminodes, 7 étamines incomplètement développées portant des anthères atrophiées. Gynécée fonctionnel, à 5 carpelles.

2n=7x=77 chromosomes.

3 - SYSTEMATIQUE  
DES "GERANIUMS ROSAT"

Mais d'un point de vue systématique, que sont les "géraniums rosat" ? A la base, la dénomination même de "géranium" est abusive, puisque les plantes dont il s'agit appartiennent à la famille des *Geraniaceae*, au genre *Pelargonium*, à la section *Pelargium*, et sont en fait des hybrides interspécifiques.

Tableau I : Aperçu systématique des *Geraniaceae*

FAMILLE	GENRES	SECTIONS	ESPECES
<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium</i> <i>Geranium</i> <i>Monsonia</i> <i>Pelargonium</i> <i>Sarcocaulon</i>	<i>Pelargium</i> ...	<i>P. capitatum</i> <i>P. graveolens</i> <i>P. radens</i> <i>P. vitifolium</i> ...

Tous ceux qui se sont intéressés à cette culture dans les différents pays producteurs se sont heurtés à ces problèmes de systématique et de nomenclature. E. Guenther résume bien la situation lorsqu'il écrit : "La taxonomie des plantes qui sont cultivées dans le monde pour la production des huiles essentielles commerciales de "géranium" est le sujet de beaucoup de controverses, et a donné lieu à une confusion considérable."

Dès 1800, Willdenow, embarrassé de ne pouvoir classer ces plantes dans une espèce naturelle, émit l'hypothèse qu'il s'agissait d'hybrides entre les espèces *Pelargonium graveolens* et *P. radens*, et les nomma *P. roseum*. Malheureusement, l'épithète "roseum" avait déjà été utilisée en 1792 par Ehrhart pour décrire des hybrides à odeur de rose dont la filiation était inconnue. Aussi, il apparut plus commode de réserver le terme de "roseum" pour qualifier les cultivars à odeur de rose, quelle que soit l'espèce à laquelle ils étaient supposés appartenir. C'est d'ailleurs ce qu'avait fait A.P. de Candolle en 1824, lorsqu'il signalait une plante à odeur de rose centfeuilles, qu'il dénommait *P. radula* L'Hérit. var. *roseum* Willd.

Le problème de nomenclature n'était pas pour autant résolu, car la filiation de ces hybrides restait un mystère. Pour Holmes (1913), le "géranium rosat" résultait du croisement des

espèces *P. graveolens*, *P. radula*, *P. capitatum*, *P. roseum*, et *P. odoratissimum* à propos duquel il émettait tout de même un doute. Pour Trabut (1914) on était en présence du *P. capitatum* Ait., synonyme selon lui de *P. radula* var (*rosodora* x *graveolens*) ! Richard Knuth en 1921 indiquait que les "géraniums rosat" cultivés en Algérie et à la Réunion, bien que dénommés *P. capitatum*, dérivait en fait de *P. graveolens*, et différaient de ceux cultivés en France, qui, selon lui, s'apparentaient à *P. radens*. Duccellier en 1933 rappelait les conclusions de Holmes et de Knuth, et, à propos des cultivars algériens, avançait l'hypothèse qu'il s'agissait de *P. graveolens*, synonyme de *P. terebinthinaceum* Cav. Enfin, dans son tour d'horizon des productions de "géranium rosat" dans le monde, Guenther cite pêle-mêle toutes les espèces ci-dessus, plus quelques autres et de nombreux hybrides.

Alors, que cultive-t-on pour produire les huiles essentielles dites de "géranium" ?

Aujourd'hui, à la suite de la révision récente du genre *Pelargonium* réalisée par le Pr. Van der Walt et ses collaborateurs de l'université de Stellenbosch (Afrique du Sud), en s'appuyant

sur les travaux de cytologie du Pr. Albers, et grâce aux travaux d'hybridation des espèces sauvages qui ont été réalisés au CIRAD à la Réunion, on peut affirmer que les "géraniums rosat" ne sont pas des espèces naturelles. Il s'agit d'hybrides interspécifiques entre les espèces *P. capitatum* d'une part, et *P. radens* et/ou *P. graveolens* d'autre part.

Nous avons montré qu'en fonction des géniteurs utilisés, ce schéma permet de créer des "géraniums rosat" du type du cultivar "Rosé", mais également de recréer des plantes semblables au cultivar "Menthe". De même, nous avons mis en évidence l'intervention de l'espèce *P. vitifolium*, dans la filiation des cultivars de type "Citronnelle". L'ensemble de ces différents travaux permet non seulement de savoir ce que sont les "géraniums rosat", mais également, permet d'envisager l'amélioration variétale de ces plantes pour mieux les adapter aux contraintes de la production.

Quant à nommer les cultivars de "géranium rosat", la moins mauvaise des solutions est de rappeler leur origine hybride. Le cultivar "Rosé" deviendrait ainsi :

*P. radens* X *capitatum* cv. "Rosé".

#### Références bibliographiques

- ALBERS F., & al., 1984. *Pl. Syst. Evol.*, 147(3), p. 177-188.  
 DEMARNE F.-E., 1989. Thèse 798, Univ. Paris-Orsay, 250p.  
 DEMARNE F.-E. & al., 1989. *S. Afr. J. Bot.*, 55(2), p. 184-191.  
 DUCCELLIER L., 1933. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. 24, p. 142-148.  
 EHRHART, 1792. *In* Beitrage zur Naturkunde, Vol. 7.  
 GUENTHER E., 1977. *In* The Essential Oils, Vol. 4, p. 671-737.  
 HÉRICART DE THURY, 1845. *Revue Horticole*, p. 206-207.  
 HOLMES E.M., 1913. *Perfumery & Essential Oil Record*, 4(8), p. 239-240.  
 KNUTH R., 1921. *American Journal of Pharmacy*, p. 302-315.  
 LOUGNON J., 1986. *Les Parfums de Bourbon*. Azalées Ed. 32p.  
 MOORE, H.E., 1955. *Baileya*, 3(1), p. 5-25 & 40-46.  
 NAVES Y.-R., 1934. *Les Parfums de France*, N°137, p. 168-180.  
 VAN DER WALT J.J.A., 1985. *Bothalia*, 15(3-4), p. 345-385.  
 WILLDENOW C.L., 1800. *In* Species Plantarum, 3(3), p. 678-679.



# LA PROTECTION CONTRE L'ÉROSION

Alain Hébert

---

La surface agricole est en fait petite pour l'île et préserver l'outil de travail existant est un enjeu considérable tant pour les agriculteurs concernés que pour un développement des Hauts en général. Le sol n'est pas un stock de matière première inépuisable : alors que l'érosion est un processus rapide (à l'échelle de la vie humaine voire beaucoup moins), la reconstitution des sols est, elle, un processus très lent. Lors des cyclones, seuls sont pris en compte les dégâts aux cultures alors que les conséquences pédologiques dues à l'insuffisance des protections antiérosives sont parfois beaucoup plus graves : au cours du cyclone Firinga (janvier 1989) des épaisseurs de 35 cm de terre arable ont été emportées sur des centaines de m<sup>2</sup> (Piton Goyave, au Tampon) (Bougère, 1989). Ces observations spectaculaires ne doivent pas faire oublier le phénomène plus commun, mais insidieux, qui entraîne l'amenuisement de la partie fertile du sol et dont la conséquence est la baisse des rendements : c'est la productivité des intrants et celle du temps de travail qui sont alors mises en question.

Les andosols ont des propriétés originelles favorables (grande perméabilité, bonne stabilité structurale). On rappellera que l'horizon superficiel observé sous friche est un excellent substrat agricole (Py et al., 1989 ; Perret, 1990). Mais lorsque les andosols sont perturbés (découverts, desséchés, travaillés), ils se destructurent d'une manière irréversible et deviennent sensibles à une érosion intense. Les cultures à base de "géranium", de cultures vivrières et maraîchères (ces dernières étant conduites sur 2 cycles annuels), n'assurent pas une bonne protection du sol. Les plantes sarclées, surtout "géranium" et pomme de terre, sont particulièrement érosives et les pratiques antiérosives encore trop rares.

Le "géranium" était autrefois une culture itinérante qui, après 4 à 7 années, alternait avec une longue jachère arborée à *Acacia decurrens* (7 à 10 ans), ou une culture de canne à sucre (entre 600 et 1 000 m d'altitude). De telles pratiques permettaient une certaine "régénération" du sol. Les travaux, y compris les défrichements d'*Acacia*, étaient manuels. Cependant depuis une quinzaine d'années, la culture du "géranium" se sédentarise en monoculture sur de petites superficies (moins de 2 hectares en général, le plus souvent à pentes fortes) ce qui entraîne une dégradation des sols très inquiétante. L'érosion, ayant la propriété de s'amplifier par autocatalyse (plus un sol est érodé, plus il est fragile et plus il s'érodera), sera alors de plus en plus difficile et coûteuse à contrôler (Raunet, 1991). Il faut donc agir à temps. Plus on retarde l'aménagement des versants plus le problème se complique au point de devenir insurmontable et d'entraîner l'abandon de certaines zones. La lutte contre l'érosion constitue un investissement à long terme mais peut aussi assurer une protection immédiate. Elle fait partie de l'aménagement et contribue à l'amélioration foncière de l'exploitation (valorisation du patrimoine).

## 1 - DONNEES FONDAMENTALES

### L'érosion

Le terme "érosion" recouvre tous les processus physiques, chimiques et anthropiques qui concourent à la désagrégation, à l'altération des matériaux affleurants et au transport des produits issus de ces processus, produits qui sont de toutes tailles. Ces actions se traduisent par le nivellement des continents, par le transport et l'alluvionnement par les rivières et par la sédimentation dans les océans. Cette notion générale englobe des processus très variés qui se déroulent à des échelles très diverses :

- réactions chimiques qui détruisent les édifices cristallins des roches (activées sous climat tropical humide),
- décapage de la pellicule superficielle du sol et en particulier des éléments les plus fins (érosion en nappe),
- formation de rigoles et de ravinement (érosion linéaire),
- glissements de terrains et écroulements de falaises.

Les termes "érosion géologique" et "érosion accélérée" sont généralement utilisés pour distinguer les phénomènes concernant le relief de la

planète de ceux qui sont presque toujours causés par l'homme et qui résultent d'une mauvaise gestion du sol.

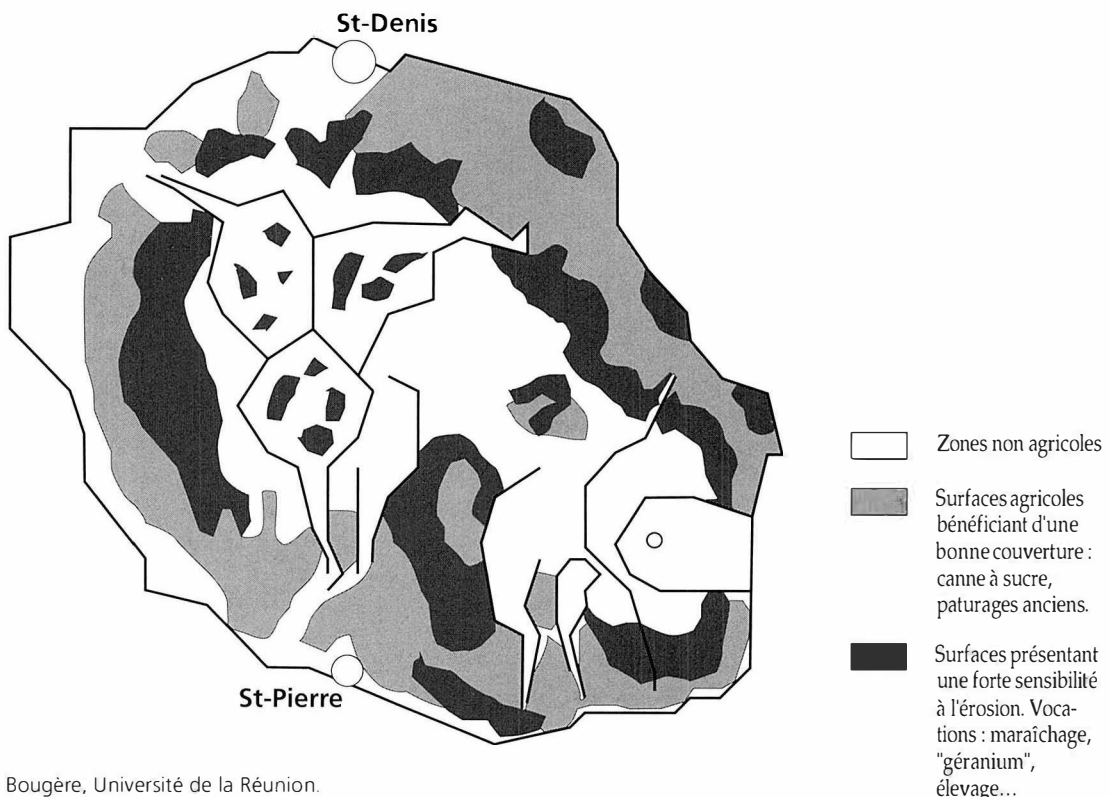
NB : Cette fiche se limite à l'érosion des terres agricoles. Mais la préservation de l'outil de travail des agriculteurs n'est pas le seul enjeu de la lutte contre l'érosion ; il se situe également au niveau de la sécurité des populations (habitat dans les cirques en particulier) et la protection des infrastructures (routes...) ou de l'environnement (lagon...).

### Les agents de l'érosion

Les processus d'érosion sont provoqués par des agents biotiques (actions humaines, animaux, plantes) ou abiotiques [éléments du climat (eau et vent) et dynamique interne du globe terrestre] ; ces agents sont les "moteurs" de l'érosion. Dans le cas des terres agricoles, les agents principaux sont la pluie (érosion pluviale) ou le vent (érosion éolienne), mais il ne faut pas oublier que ces agents n'entraînent que ce qui est mis à leur disposition par les facteurs de l'érosion.

NB : Cette fiche sera consacrée essentiellement à l'érosion par l'eau.

Carte des risques d'érosion



### Les facteurs de l'érosion

On appelle facteur d'érosion ce qui facilite ou prédispose la surface du sol à l'action des agents d'érosion (pluie ou vent). Il n'y a pas de schéma général pour affirmer que tel ou tel facteur prédomine : il s'agit presque toujours, par région, de cas particuliers où certains facteurs sont plus importants que d'autres. Il faut bien comprendre également qu'aucun facteur n'agit seul : c'est une conjonction de divers facteurs avec des intensités variables.

#### *Des facteurs naturels*

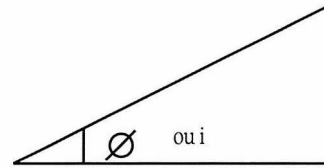
Le couple intensité-durée des pluies est un élément déterminant du niveau d'érosion. L'érosion est particulièrement forte lors des pluies orageuses ou de type cyclonique (on notera que lors des cyclones, le vent projette violemment les gouttes d'eau avec une énergie mais aussi une direction inhabituelles). L'importance de l'érosion est également fonction du ressuyage entre deux averses qui conditionne les possibilités d'infiltration de l'eau.

Une autre caractéristique naturelle favorisant l'érosion est la nature des sols rencontrés, les andosols. Leur densité apparente faible, une dessiccation irréversible au-delà d'un certain seuil (pF 4), une matière organique bloquée (très fortement liée aux éléments amorphes), une très forte perméabilité mais à condition de ne pas rompre artificiellement les capillarités ou de ne pas "écraser" les porosités "efficaces" (plus de 10 µm), une structure continue de l'horizon "B" avec une très faible pénétration racinaire (Raunet, 1991) ont pour conséquence une grande sensibilité à l'érosion.

Les phénomènes d'érosion commencent sur des pentes très faibles inférieures à 1% (Afrique Tropicale). A la station CIRAD de Trois-Bassins, pour les différents itinéraires pratiqués, la pente constitue le facteur dominant, avant le type de travail du sol. Une inclinaison de 8 à 9° (soit environ 15 %) représente un seuil critique du moins pour la zone des Hauts de l'Ouest, compte tenu du caractère particulier de certaines précipitations orageuses (Bougère, 1988).

La pente détermine la vitesse d'écoulement de l'eau sur le sol : l'accélération est d'autant plus grande que la pente est forte. De plus, l'eau qui ne s'infiltre pas s'accumule tout au long du versant (cumul des lames d'eau et confluence des filets d'eau). La vitesse du ruissellement s'accroît également avec la longueur de la pente. On notera qu'à inclinaison égale,

### POURCENTAGES ET DEGRÉS



L'inclinaison est de  $i$  % ; elle est aussi de  $\varnothing$  degrés ( $\text{tg } \varnothing = \frac{i}{100}$ ).

Quelques exemples de conversion :

Pourcentages	Degrés
infini	90
150	56
100	45
50	27
35	20
20	11
15	8,5
10	5,7
5	2,9
1	0,6

l'érosion est plus forte sur une pente concave que sur une pente convexe.

#### *Des facteurs agricoles*

Un andosol très filtrant et "stable" en conditions naturelles peut perdre ses qualités quand on le met en culture et devenir un autre sol, particulièrement sensible, et difficile à "régénérer" (Raunet, 1991). Depuis le début du siècle, les observations à la Réunion ont montré qu'un sol couvert ne s'érode pratiquement pas. En revanche toute mise en culture comporte, à des degrés divers et de manière plus ou moins continue dans le temps, le risque d'une érosion irréversible ; mais comme dans beaucoup d'autres domaines, il s'agit de seuils à ne pas dépasser. Il importe donc de calculer les risques encourus par une mise en valeur : par ordre de protection décroissante, on citera la friche d'acacias, la canne, le "géranium" et le maraîchage.

Les modes de mise en valeur (choix des techniques culturales) ainsi que les périodes d'application (pour le travail du sol et l'implantation des cultures) sont particulièrement déterminants pour l'érosion. Ainsi un défrichement mécanisé au buteur est agressif pour le sol (Brouwers et al., 1981 ; de Parseval, 1982) : remaniement en plein de la surface du sol lorsque



l'on travaille à l'état sec, destruction de la structure et décapage de l'horizon superficiel entraîné sur les andains si le sol est humide.

Lorsque le défrichement est effectué en saison cyclonique, on s'expose à une érosion (généralement rigoles de ruissellement) qui décape un peu plus l'horizon cultural. De plus, les terrains défrichés restent souvent nus plusieurs semaines voire plusieurs mois avant d'être mis en culture. L'organisation défaillante des chantiers peut être responsable de dégradations à plus long terme des terroirs. Un mauvais positionnement des andains, de longues pentes non protégées génèrent un ruissellement dévastateur et répété, favorisé par la faible perméabilité du substrat.

### Le mécanisme de l'érosion

Le processus d'érosion est étroitement lié à l'énergie de l'eau ( $\frac{1}{2}MV^2$ ) c'est-à-dire à la quantité d'eau et à sa vitesse.

- C'est, d'une part, l'action directe de l'énergie cinétique verticale de la pluie qui délie, éclate et disperse les agrégats (effet "splash") en ses particules constitutives ainsi prêtes au départ. Ce sont les facteurs "intensité et durée" de l'averse, "couverture du sol" (végétation, mulch...) qui sont alors déterminants (Raunet, 1991).

- C'est, d'autre part, l'action entraînant des eaux d'écoulement (non infiltrées) résultant de la dissipation d'une partie de l'énergie précédente, relayée et renforcée par la gravité. Interviennent ici, en plus des facteurs précédents, les facteurs "pente" (gradient et longueur) et "nature du sol" (Raunet, 1991).

Ces écoulements latéraux peuvent être décomposés en ruissellements superficiels proprement dits, très rapides (pouvant être dus à la battance<sup>1</sup>, la saturation du sol en eau, l'hydrophobie<sup>2</sup> superficelle) et en écoulements à l'intérieur du sol, moins rapides (dits aussi "ruissellements retardés"), dans la macroporosité de l'horizon de surface (0-25 cm). Ces derniers sont dus à l'infiltration insuffisante en profondeur, elle-même la conséquence, soit d'une perméabilité moindre, soit d'une discontinuité ou d'une rupture de la capillarité.

On peut alors observer des incisions (rigoles, ravineaux, ravins...), un décapage en nappe ou encore un déplacement en masse et,

dans le cas particulier des andosols réunionnais, un "décollement" des agrégats qui "flottent" sur l'eau ruisselée (Raunet, 1991).

## LA PROTECTION DES SOLS GRACE A LA VEGETATION

La végétation protège les sols tant par sa couverture aérienne que par son système racinaire.

### Couverture aérienne

- Le premier effet de la couverture végétale est de casser l'énergie de la pluie : l'eau s'écoule le long des tiges et des feuilles ; si les feuilles sont larges il y a l'inconvénient de voir les gouttes tomber toujours au même endroit.

- Le second effet est de diminuer la vitesse du ruissellement superficiel.

### Système racinaire

- Un bon système racinaire, développé verticalement ou obliquement, en pénétrant les agrégats, aère le sol et favorise les échanges atmosphère/sol ; en permettant une bonne infiltration, il limite le ruissellement et par là même, l'érosion.

- Par ailleurs, le tissu racinaire renforce le maintien du sol (dans la mesure où les racines ne sont pas seulement juxtaposées aux surfaces des agrégats).

- On remarquera en outre que les racines augmentent les qualités agronomiques du sol (taux de matière organique plus élevé). Cela conduit à une meilleure couverture du sol par les plantes, ce qui contribue à augmenter la protection du sol.

NB : Une conséquence du ruissellement (autre que l'érosion) est la propagation de maladies telles que le flétrissement bactérien.

L'érosion éolienne provoque le transport d'éléments fins ; la pulvérisation du sol couplée à un temps sec rend les terrains très fragiles ; la matière organique, par son rôle structurant et le recouvrement du sol (paillage), limitent cette forme d'érosion.

1. Battance : phénomène par lequel un sol se tasse sous l'effet des pluies.

2. Hydrophobie : caractéristique chimique des sols dont les éléments ne s'associent pas facilement avec l'eau.

## 2 - PRATIQUES DES AGRICULTEURS

L'analyse des pratiques des agriculteurs est complexe. La lutte contre l'érosion (ou son absence) est liée à l'ensemble des caractéristiques de l'exploitation tant sur le plan physique que sur les caractères humains au sens large. L'extrême diversité de ces situations ainsi que l'étroite relation entre tous ces aspects ne permettent pas de les développer ici. On ne retiendra que les points suivants.

Le rapport au foncier est très rarement du type "patrimoine agricole transmis de génération en génération" (ce qui n'est pas le cas pour l'habitat). Cela se vérifie pour les colons mais également chez les attributaires de la SAFER qui n'ont pas encore établi une nouvelle relation à ce foncier. La terre est considérée comme une ressource minière qui peut s'épuiser et que l'on abandonnera alors. La réforme foncière mise en œuvre par la SAFER et la sédentarisation autour de l'habitat, et donc des voies principales telles que la route Hubert Delisle, ont eu tendance à fixer de nombreux agriculteurs de manière définitive. Ainsi les pratiques traditionnelles sont-elles devenues inadaptées et les principes de base de l'agronomie n'ont-ils pas été retrouvés. Le déséquilibre s'est alors accentué conduisant les agriculteurs au découragement et à un désengagement (accéléré par les transferts sociaux).

Néanmoins les agriculteurs peuvent avoir une réelle conscience des risques d'érosion. C'est souvent pour eux "avant tout un problème d'eau qui ruisselle et qui cause des dégâts". Les aspects concernant la connaissance des facteurs sont très rarement perçus par les agriculteurs (Naranin, 1991). Ce qui contribue fortement à augmenter les risques d'érosion, c'est la volonté des agriculteurs de rentabiliser, selon eux, l'espace au maximum, de s'assurer un revenu à court terme ou encore de limiter les dépenses faute de trésorerie. C'est cela qui conduit souvent à des défrichements sur des pentes fortes ou à utiliser des techniques agressives mais rapides et subventionnées.

D'autres problèmes se posent tels que la notion d'horizontalité qui est difficile à maîtriser dans un relief aussi tourmenté que la zone à "géranium". Malgré cela, un effort existe chez certains agriculteurs et l'on remarquera que la plupart des conseils techniques qui suivent s'appuient en grande partie sur les pratiques de quelques-uns d'entre eux.

Pour terminer, il est important d'avoir à

l'esprit qu'une technique de lutte contre l'érosion doit être non seulement efficace pour protéger l'exploitation, mais aussi bien intégrée au système de production. Compte tenu de cette remarque, on ne s'étonnera pas que certains agriculteurs soient de véritables chercheurs, toujours à l'affût d'innovations. Cette observation peut d'ailleurs être étendue à l'ensemble des îles de l'océan Indien pour lesquelles le problème est comparable et les solutions au moins partiellement transférables.

## 3 - CONSEILS TECHNIQUES

Des principes de lutte :

I - Favoriser l'infiltration de l'eau (on notera qu'en augmentant l'infiltration, on augmente la production et donc la couverture du sol).

II - Freiner le ruissellement.

III - Evacuer l'eau excédentaire.

En plus de ces principes de base, la lutte contre l'érosion doit être conçue avec une vision d'ensemble. C'est en effet l'analyse à l'échelle d'un bassin versant qui permettra de définir la meilleure occupation du sol et de repérer les passages préférentiels de l'eau ruisselée. Ces éléments doivent être considérés comme des contraintes incontournables à toutes les décisions plus localisées ; ce qui est en jeu c'est, au-delà de l'efficacité d'un dispositif de lutte, le risque même d'aggraver la situation de départ !

Deux autres remarques doivent être faites pour ce qui concerne la diffusion des conseils techniques qui suivent :

- ces conseils techniques doivent être quelquefois modulés (adaptés) en fonction des caractéristiques des exploitations (variabilité des contextes physiques, agricoles et humains) ;

- ils doivent également tenir compte d'éléments tels que la rentabilité à court terme des aménagements, la disponibilité en trésorerie, le mode de faire-valoir ou le niveau de formation de l'agriculteur. On notera à ce sujet que c'est souvent par le biais d'une autre intervention technique (qui permet une augmentation rapide du rendement ou une diminution des temps de travaux) que l'on pourra introduire la lutte contre l'érosion.

## 1. La prise en compte de tout l'espace

Il est important de distinguer les zones de "production", où une mise en valeur prudente est assurée, des zones de "protection" intrinsèquement difficiles à valoriser et auxquelles on fera néanmoins jouer un rôle utile, la protection des zones productives.

Ainsi, après avoir réservé les pentes extrêmes à une protection maximale, sans intervention humaine, il est intéressant d'étudier avec l'agriculteur les possibilités de valoriser prudemment les pentes fortes : des arbres pour le bois de chauffe ou pour faire des piquets de clôtures (pour une utilisation personnelle ou non), des arbres fruitiers avec une pelouse, des fourrages, du chouchou, etc.

L'adéquation entre les caractéristiques des parcelles et l'occupation de leur sol peut être affinée en précisant davantage le niveau de protection. Ainsi à titre indicatif :

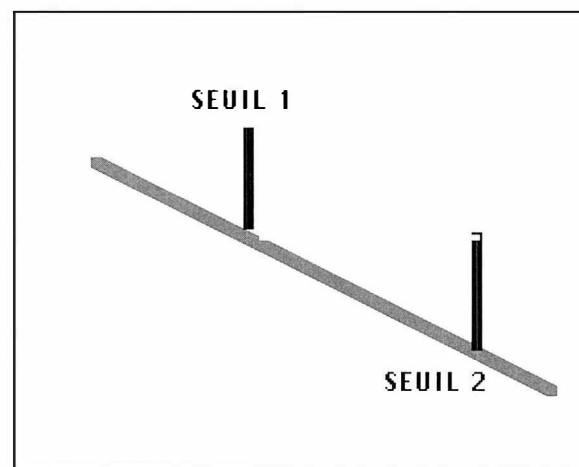
- plus de 50 % : Zones fragiles à préserver, (cultures très couvrantes éventuellement),
- de 20 à 50 % : SAU difficilement mécanisable (motorisation légère et outils peu

agressifs) ; travail du sol en profondeur à éviter ; aménagements antiérosifs denses,

- de 10 à 20 % : SAU mécanisable ; aménagements antiérosifs,
- moins de 10 % : SAU facilement mécanisable ; aménagements antiérosifs.

Pour ce qui concerne les fonds de ravines (qui ne contraignent pas à la limite de protection des 10 m à partir du lit), il est possible de mettre en place des petits seuils derrière lesquels l'eau ralentit et les sédiments s'accumulent. Des terrasses fertiles se forment alors rapidement et l'agriculteur peut planter diverses cultures ; il faut fixer le fond et les côtés. Il est nécessaire de récupérer l'énergie en contrebas des seuils (bavettes) ou d'avoir des dénivellations entre les seuils, compatibles avec un profil d'équilibre (sinon un creusement apparaît)(voir schéma 1).

Schéma 1 : Espacement nécessaire entre 2 seuils pour éviter le creusement



Des exemples de construction de seuils sont présentés à la planche 1.

Les chemins d'exploitation peuvent être la cause de l'érosion des parcelles. Certains chemins deviennent de vraies ravines s'ils ne sont pas aménagés pour que l'eau soit évacuée (fossés, dalots, passages à grille) ; certains de ces aménagements peuvent être faits de manière simple par les agriculteurs. Les risques de débordement sur les terrains cultivés sont diminués d'autant.

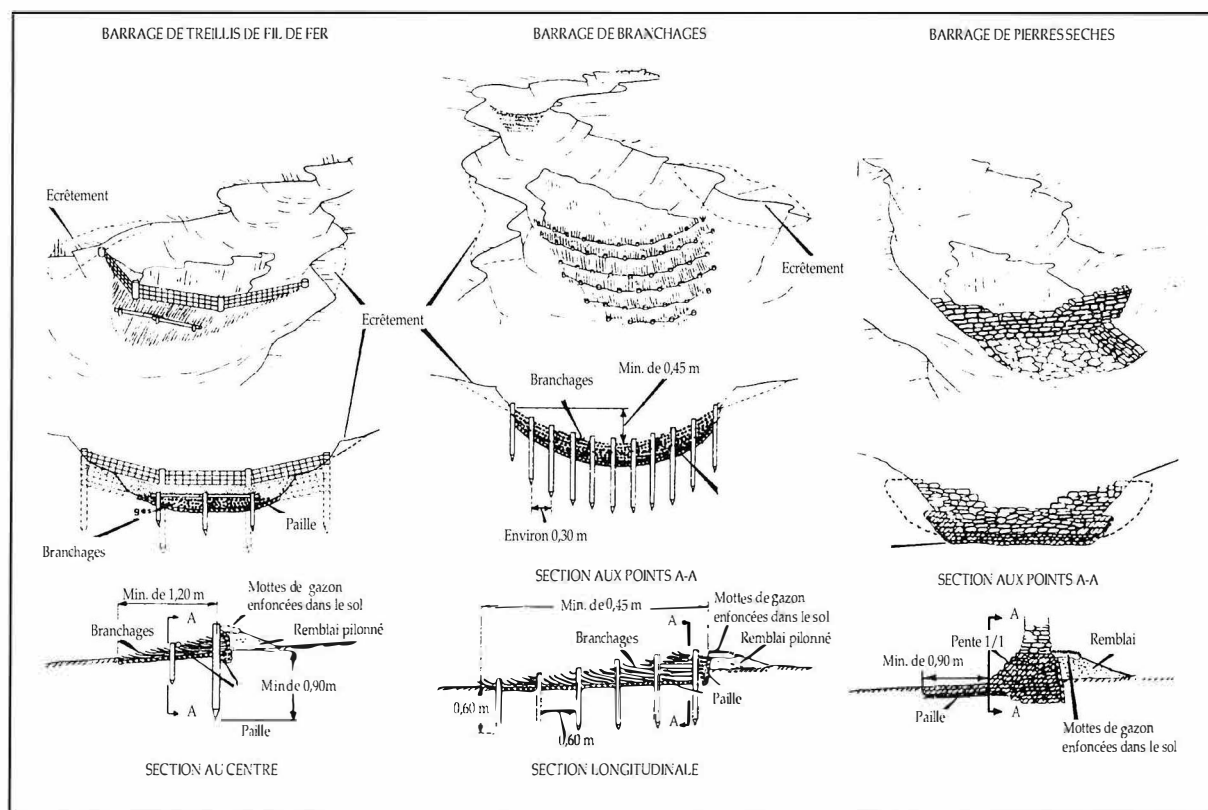
Les aménagements de chemins d'exploitation concernent les bords du chemin (plantation de cannes fourragères par exemple), la surface (enherbement par du kikuyu) et l'évacuation (dalot). En outre, le tracé doit permettre de maîtriser au mieux le ruissellement et, si besoin, le creusement de fossés ou le bétonnage de certains tronçons (pente supérieure à 10 %) seront envisagés.

## LA LUTTE CONTRE L'EROSION, UN PROBLEME COLLECTIF

La lutte contre l'érosion n'est pas seulement une affaire individuelle. De nombreux cas montrent que l'aménagement réalisé par un agriculteur sera d'autant plus efficace que ceux qui sont en amont feront eux aussi les aménagements nécessaires ; inversement le travail peut être "saboté" par les voisins du dessus (fossés mal orientés). Au-delà d'une justification purement technique, ce type de démarche peut faire naître une dynamique de groupe qui motivera l'ensemble des agriculteurs.

Généralement l'unité prise en compte est le bassin versant (surface sur laquelle le ruissellement aboutit à un même point). Cette notion est intéressante pour les problèmes de concentration du ruissellement. Il est utile de penser également en interfluves (surface entre deux cours d'eau) que l'on pourrait baptiser "interravines" ; cette unité topographique permet de regrouper de manière cohérente les barrières antiérosives.

Planche 1 : Quelques aménagements anti-érosifs simples



Source : SOLTNER 1989 - Les bases de la production végétale.

## 2. Les aménagements antiérosifs simples

Il s'agit d'une protection complémentaire : ces aménagements ne doivent pas être considérés comme un moyen de lutte suffisant à eux seuls. Les barrières filtrantes ralentissent les eaux de ruissellement et provoquent le dépôt des colluvions ; elles évitent également le démarrage du ruissellement. On peut les faire avec les matériaux disponibles (andains d'herbes ou de branches, fascines en bois, murettes de pierre). L'utilisation de matériel vivant (voir *tableau 1*) allie la protection contre l'érosion à une autre utilité pour l'agriculteur (fourrage, vente...)

L'entretien des aménagements antiérosifs est fondamental ; il est lié à leur appropriation par l'agriculteur. Il faut en effet réparer les points faibles, combler les affaissements...

### Les barrières

Les barrières doivent suivre les courbes de niveau (horizontales) ; une légère pente de l'ordre de 1 % (un pas vers le bas tous les 30 m par exemple) permet un écoulement latéral vers des collecteurs (fossés ou ravines) si le ruissellement est trop fort et risque de "déchirer" l'andain. Il ne faut pas hésiter à accompagner l'agriculteur lors de la réalisation des barrières

antiérosives ; un travail fait correctement dès le départ n'est plus à refaire (seulement à entretenir). Des outils topographiques simples suffisent (clinomètres ou planche avec niveau de maçon...).

L'espacement idéal entre chaque barrière est fonction de l'inclinaison, de la rugosité du sol... Aucun modèle théorique n'a été vérifié à la Réunion. Néanmoins de manière empirique on observe que les normes suivantes sont convenables :

- Pente de 50 % , dénivelée entre barrières de 3 m  
(soit 6 à 7 m entre les barrières)
- Pente de 30 % , dénivelée entre barrières de 3 m  
(soit 10 à 11 m entre les barrières)
- Pente de 10 % , dénivelée entre barrières de 2 m  
(soit 20 m entre les barrières)

L'objectif est de parvenir à une pente d'équilibre peu sujette à l'érosion.

La barrière doit être homogène sur la hauteur et la largeur de manière à éviter toute zone de faiblesse relative. Pour être la plus efficace possible, il faut des plantes à enracinement dense (graminées) ou profond (légumineuses) qui résistent bien au tassement et à l'enterrement. On notera en outre que la qualité des tra-

Tableau I : Quelques exemples de cultures utilisables en barrières antiérosives

CULTURES	UTILISATION OBSERVATIONS	EFFICACITE PAR RAPPORT A L'EROSION
Canne fourragère ( <i>Pennisetum p.</i> ) Bana Grass Guatemala Grass Sétaire Leucaena (cassis) Calliandra	Fourrage envahissant Fourrage productif, peu envahissant Fourrage peu envahissant Fourrage Fourrage Fourrage	Très efficace Très efficace Très efficace Très efficace Assez bonne protection Assez bonne protection
Vétyver	Chaume	Très efficace
Patate douce  Conflor (canna) Songe  Arrow root	Consommation familiale et vente Nourriture des animaux (feuilles et tubercules) Choisir des variétés à port ramassé pour limiter l'envahissement Pour les animaux (à cuire) Pour les animaux et pour la consommation humaine Consommation humaine	Récolte doit être échelonnée sinon pas de protection  " " "
Fleurs (lys : agapanthe, glaïeul, muguet, marguerite...)	Vente	Bonne protection
Arbres fruitiers (goyavier, goyave, tomate-arbuste, bananier, pêcher, agrumes), ananas Légumes (chou bourgeon, artichaut)	Valorisent l'andain (attention au recouvrement du porte-greffe) Attention à l'ombre Vente et consommation Vente et consommation (altitude supérieure à 600 m pour l'artichaut)	Protection dépendant de la densité sur le rang  "

vaux de défrichement est déterminante pour la suite de la mise en valeur, que l'incinération des andains doit être proscrite (éventuellement dégager une partie et la brûler hors de l'andain), même pour des cultures pérennes tant qu'elles ne sont pas parfaitement couvrantes.

Il est possible de faire de petits barrages perpendiculaires si les andains déjà en place ont été mal faits (trop en pente). On peut prévoir également des zones renforcées pour des passages piétonniers par exemple (petits seuils en pierre...).

Un ordre de priorité des travaux :

L'agriculteur ne peut pas mettre en place rapidement et simultanément toutes les barrières antiérosives de son exploitation. Il devra donc faire un choix. Dans la mesure du possible il faut que l'ordre de priorité tienne compte du potentiel agronomique des parcelles. La lutte contre l'érosion prend en effet tout son sens s'il y a encore quelque chose à préserver : en deçà d'un certain seuil de fertilité la protection du sol ne se traduira pas de manière significative ; en revanche, un sol fertile non protégé peut perdre

très rapidement ses qualités agronomiques. Ainsi l'agriculteur commencera plutôt par les bons sols (en particulier après défriche), puis les terrains en cours de restauration de fertilité et enfin les autres parcelles.

#### *Les bandes alternées*

Il s'agit de réaliser le long de la pente générale une succession de parcelles de cultures érosives et de végétations non érosives (bandes boisées, prairies...) ; on notera qu'en dessous d'une largeur minimale de 5 m, leur efficacité dans l'absorption du ruissellement est très limitée.

#### *Les fossés*

Le réseau de fossés doit être étudié attentivement car des erreurs de calibrage ou des concentrations mal organisées peuvent conduire à des catastrophes quelquefois pires que de ne rien faire. Il est important de freiner l'eau qui coule dans les fossés par des petits seuils en pierre par exemple.

Un ordre de priorité des travaux :

Les fossés les plus urgents à réaliser sont

ceux qui vont canaliser des "chemins d'eau" existants qui risquent de mettre en péril une zone d'une bonne valeur agronomique (en dehors de la sécurité même de l'agriculteur !). Par la suite, l'agriculteur devra faire des fossés pour protéger les autres zones de son exploitation.

### 3. Une meilleure qualité des travaux d'amélioration foncière (défrichement, épierreage...)

#### *Le choix des outils*

Ces travaux sont d'autant moins agressifs qu'ils sont faits avec des moyens légers.

Le Hokkaido Développement Bureau (HDB) préconise l'utilisation de matériel identique à celui utilisé à la Réunion, sur un substrat similaire, au Japon : boteur (bulldozer) associé à une lame râteau ou à une lame de coupe. Il fixe la pente limite des secteurs à défricher à 20°, soit 36 %. A la Réunion, la limite est fixée à 35 % en moyenne sur un chantier, 40 % exceptionnellement sur des portées inférieures à 20 m (Hébert et *al.*, 1990). Le boteur présente l'inconvénient d'être très agressif pour les sols et de stériliser une partie des terrains travaillés (de Parseval, 1982). Les engins lourds (boteurs) destructurent le sol et accélèrent sa dessiccation. Mais les difficultés liées à leur maniement peuvent également avoir pour conséquence l'entraînement de l'horizon superficiel fertile jusqu'aux andains ou le recouvrement de cet horizon par l'horizon sous-jacent plus pauvre.

Des alternatives mécanisées existent. Elles restent d'utilisation limitée (debroussailluse associée à des herbicides adaptés ; Siegmund, 1984) ou d'un coût encore élevé (pelle araignée ; Siegmund, 1991) qui peut diminuer grâce à certaines améliorations. La debroussailluse n'est adaptée qu'à des situations souvent particulières (végétation typée, surfaces réduites...). Néanmoins ces techniques, encore expérimentales, sont généralement bien appréciées des agriculteurs sur le plan agronomique : ils reconnaissent leur supériorité, même s'ils déplorent le cas échéant leur coût ou le temps de mise en œuvre.

Le défrichement manuel est le moyen idéal, non seulement pour la conservation du sol, mais également pour une meilleure gestion de la réserve de bois de chauffe pour les alambics (annelage traditionnel qui laisse sur pied les acacias). Mais les besoins en main-d'œuvre sont importants. Des mesures d'aides incitatives sont expérimentées au sein des périmètres de l'OGAF<sup>1</sup> et des OLAT<sup>2</sup> ou encore sous le contrôle

de la SAFER (comme à Beaumont - Sainte-Marie).

Pour ce qui concerne l'épierrage, on remarquera que les roches de petites tailles (qui ne gênent pas la mise en valeur) améliorent la protection des terrains contre l'érosion.

#### *La synchronisation entre le cycle climatique et les travaux d'amélioration foncière*

Il est important que le sol ait une couverture végétale réelle (efficace) lors des fortes pluies. Cela implique, pour les dates de défrichement en particulier, de trouver un compromis entre la nécessité d'attendre la fin de la saison cyclonique et celle de planter avant la sécheresse (sauf si l'on peut irriguer). Dans les Hauts de l'Ouest, les travaux peuvent commencer en avril ; ailleurs il est préférable d'attendre le mois de mai (Tampon) voire plus tard (Maké, Saint-Joseph). Dans toute la zone à "géranium", les défrichements doivent être évités en octobre-novembre du fait des pluies orageuses du début de l'été.

Le cahier des charges établi par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt concernant le défrichement (Hébert et *al.*, 1990), insiste sur la nécessité d'assurer une mise en valeur rapide dès la fin des travaux.

### 4. Améliorer la couverture du sol

Les associations culturales augmentent la couverture du sol. On remarquera d'autre part que ce sont généralement les cultures en intercalaire de "géranium" (cultures de diversification) qui reçoivent la fumure organique ; le "géranium" en bénéficie alors indirectement. Des travaux sont en cours actuellement (voir chapitre *résultats expérimentaux*) concernant l'association du "géranium" à des cultures améliorantes.

La couverture par paillage (mulch) est encore peu utilisée à la Réunion. Elle est possible avec les résidus du cycle précédent, les mauvaises herbes détruites au désherbant total (paraquat, glyphosate...) ou bien encore les résidus de distillation. Le mulch est intéressant à plusieurs titres : pour la protection directe contre l'érosion, pour la limitation de l'évaporation pendant le cycle de saison sèche et pour diminuer le temps de travail (retarde le développement des adventices).

Le semis (et la fertilisation combinée) peu-

1. OGAF : Opération Groupée d'Aménagement Foncier (Hauts de Saint-Paul).

2. OLAT : Opération Locale d'Aménagement du Terroir.



vent être manuels, à la "canne planteuse" (pour des grosses graines comme le haricot, les pois, le maïs...), ou mécaniques (pentes inférieures à 25 %) avec un motoculteur (ou minitracteur) équipé d'un sillonneur-semoir adapté, ou encore mixtes (sillonneuse, puis semis, plantation ou bouturage manuels). Le mulch peut également être fourni par une culture spéciale - légumineuse ou graminée (en cycle plein, en intercalaire ou en dérobée), choisie pour sa fourniture importante de matière sèche et son action améliorante.

Les rotations avec des cultures améliorantes (légumineuses couvrantes et graminées - sauf le maïs qui couvre mal le sol) assurent le maintien - voire la restauration - de la fertilité et de la structure du sol.

## 5. Les façons culturales et le travail du sol

L'intérêt sur le plan agronomique du labour est contestable : il a un effet temporaire sur la macroporosité mais détruit la microporosité, et accélère la dégradation des matières organiques et crée une discontinuité (voir *fiche plantation*). Un travail minimum et localisé (bandes étroites à la motobineuse...) et l'utilisation d'outils légers (motorisés ou non) sont préférables au labour avec tracteur. Les techniques d'implantation de type semis direct (canne planteuse par exemple) limitent l'érosion. L'utilisation du cultivateur rotatif à axe horizontal (Rotavator) est particulièrement défavorable sur le plan agronomique (fragilité du sol et perte de la structure).

Le sarclage manuel fragilise le sol et le rend plus sensible. Quelle que soit la technique de désherbage, l'absence de couverture de sol rend le terrain très sensible à l'érosion par une infiltration de l'eau plus faible et une accélération du ruissellement. On notera que le maintien des adventices pendant la période cyclonique joue un rôle positif dans la protection du sol.

La fumure organique améliore la structure du sol (le sol est plus stable, la porosité est accrue). Par ailleurs l'incorporation de matière organique et la fertilisation minérale, par l'amélioration des qualités agronomiques du sol, facilitent le développement des cultures. Cela contribue indirectement à la lutte contre l'érosion.

Planter en courbe de niveau participe à la stabilisation du sol et au ralentissement du ruissellement. L'effet est apparent même pour le "géranium" (culture pérenne).

## 4 - RESULTATS EXPERIMENTAUX

Le contrôle des adventices et le problème des résidus de récolte peuvent dans la majorité des cas être résolus par des techniques de travail minimum du sol avec semis ou sillonnage puis semis (ou plantation) directement sur couverture, morte ou vivante, associées à l'utilisation d'herbicides totaux ou sélectifs. Par ces techniques, on s'arrange pour qu'à aucun moment le sol, perturbé au minimum, ne soit découvert, ce qui assure une protection quasi-totale contre l'érosion.

Des recherches sont entreprises actuellement par le CIRAD-Colimaçons, en station et chez des agriculteurs, pour déterminer en fonction des cultures, la nature et le mode d'implantation de couvertures vivantes. Celles-ci ne doivent pas avoir d'effets allélopathiques dépressifs pour la culture, mais si possible en avoir vis-à-vis des adventices. La couverture ne doit pas avoir un port trop haut et luxuriant pour ne pas concurrencer la culture vis-à-vis de la lumière.

Si tout n'est pas réglé des points de vue technique et socio-économique, il est évident que cette technique présente d'énormes avantages dans le contexte physique et sociologique de la Réunion, en particulier :

- la protection intégrale du sol contre l'érosion ;
- la réduction des temps de travaux, par la diminution ou l'élimination des sarclages et désherbages manuels ;
- enfin, et cela peut sembler paradoxal, malgré la couverture vivante, la parcelle paraît souffrir moins de sécheresse pendant la saison fraîche, du fait d'un captage supérieur de précipitations "occultes" (rosée, brouillard).

## 5 - PERSPECTIVES EN RECHERCHE - DEVELOPPEMENT

- Agroforesterie : utilisation et intégration de l'arbre dans les exploitations des Hauts de l'Ouest mais aussi du Sud.

- Associations culturales : poursuite des travaux concernant l'association de cultures couvrantes (kikuyu, légumineuses) avec le "géranium" : herbicides à employer et doses (afin de "contrôler" cette couverture et d'éliminer les

autres adventices sans pour autant nuire à la plante cultivée) ; systèmes de semis et de récolte adaptés suivant les spéculations ; calages *optima* des dates de semis ou de bouturage ; vérification d'une non prolifération des ennemis des cultures qui seraient favorisés par le nouveau micro-climat.

- Evaluation et réajustement des techniques d'aménagements antiérosifs : les conseils techniques sont de nature empirique ; certains tâtonnements sont encore à prévoir.

- Approfondissement des connaissances en matière de travail du sol.

- Semis direct.

- Alternatives en défrichement.

## 6 - DIFFUSION DE L'INNOVATION

### 1. Actions de sensibilisation et de formation

La réglementation n'est pas encore strictement appliquée et des chantiers "à hauts risques" sont réalisés régulièrement soulignant les limites d'une prise de conscience souvent sans effets pratiques concernant la nécessaire protection des sols agricoles. Cette prise de conscience n'est pas récente et de nombreuses solutions sont proposées depuis longtemps (Guennelon, 1955 ; Groëné, 1988). L'application stricte du cahier des charges constitue la meilleure marche à suivre, accompagnant la formation des conducteurs d'engins (disposition des andains, respect des

bordures de ravines, décapage limité du sol) et des suivis plus rigoureux des chantiers par des techniciens du développement ou des responsables des sociétés d'aménagement.

En outre, un dispositif de formation agricole de type "multi-médias" intègre les préoccupations de lutte contre l'érosion.

### 2. Opérations locales d'aménagement de terroir

Six premières Opérations Locales d'Aménagement de Terroir (OLAT) ont été engagées dans les Hauts de l'île dont quatre dans l'Ouest (une à Trois-Bassins et trois à Saint-Paul). Il s'agit d'un aménagement intégré (lutte contre l'érosion-maintien de la fertilité du sol, gestion et stockage de l'eau d'irrigation, accès au site) de zones de 25 à 100 hectares. Les agriculteurs des sites (qui généralement ont suivi parallèlement une formation) participent à la conception du projet, à quelques réalisations (les aménagements antiérosifs en particulier) et au financement.

La démarche d'associer collectivement les agriculteurs provoque une dynamique de groupe qui permet à l'ensemble du secteur d'évoluer plus rapidement : les cultures et les techniques changent, les surfaces conduites plus intensivement augmentent.

La participation des personnes à ce type d'aménagement qui les concerne directement doit faciliter l'appropriation de l'ensemble : il s'agit d'assurer à long terme l'entretien des travaux réalisés. La formation a ici une fonction déterminante.

---

#### Références bibliographiques

BOUGERE J., 1988. PROGRAMME QUADRIENNAL 1985-1988 Eaux superficielles et souterraines de la Réunion. Laboratoire de Géographie Physique. Université de la Réunion.

BOUGERE J., 1989. Rapport sur les dommages observés sur les sols après le cyclone Firinga. Laboratoire de Géographie Physique. Université de la Réunion.

BROUWERS M., RAUNET M., 1981. Inventaire morphopédologique dans les Hauts de la Réunion. Aptitudes agricoles des terres. Etablissement Public Régional / Direction Départementale de l'Agriculture / IRAT, Programme d'Aménagement Agricole des Hauts de l'île.

COUTERON P., 1987. Lutter contre l'érosion à la Réunion. DAF.

DE PARSEVAL G., 1982. Mise en valeur agro-pastorale. In RAPPORT Annuel CEEMAT/Réunion 1982, pp161-178.

DOREE J.F., 1989. Intérêt du travail minimum avec couverture dans les systèmes de culture des Hauts de l'Ouest de la Réunion. CIRAD-IRAT/Réunion.

GAUDY F., 1990. Comportement hydrodynamique et évolution de l'état structural des horizons de surface sous pluie simulée. Cas d'un andosol cultivé de l'île de la Réunion.

CNEARC Montpellier, CIRAD-CEEMAT Réunion.

- GROENE D., 1988. Action concertée de lutte contre l'érosion des sols agricoles à la Réunion. Commissariat à l'Aménagement des Hauts, CIRAD-CTFT, 2ème édition, décembre 1991.
- GUENNELON R., 1955. Conservation des sols et lutte contre l'érosion à l'île de la Réunion. Annales Agronomiques, n°3.
- HEBERT A., BENE O., WILLART D., 1990. Cahier des charges des travaux d'amélioration foncière. Direction de l'Agriculture et de la Forêt, Régie Départementale des Travaux Agricoles et Ruraux, Commissariat à l'Aménagement des Hauts.
- MICHELLON R., CHASTEL J.M., 1988. Recherches sur les systèmes de production agricole dans les Hauts de l'Ouest. In Rapport Annuel IRAT/Réunion 1988, Cinq années de recherches agronomiques 1984-1988.
- NARANIN G., 1991. Enquête auprès de 40 agriculteurs. Association pour la Promotion en milieu Rural. Multimédias Erosion.
- PERRET S., 1990. Caractérisation physique et mécanique des sols andiques de l'île de la Réunion. Présentation des premiers résultats analytiques 1989. CEEMAT Réunion, Saint Denis.
- PY F., CLARIOND A., 1989. Influence de l'érosion et des techniques culturales sur les caractéristiques des andosols de la Réunion. Etude des relations entre stock organique, stabilité structurale et activité microbienne. ENSA Toulouse, CIRAD-IRAT Réunion.
- RAUNET M., 1991. Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion. Conséquences pour la mise en valeur. CIRAD.
- ROOSE E., 1984. Impact du défrichement sur la dégradation des sols tropicaux. *Machinisme Agricole Tropical*. n°87, juil-sept 1987, Spécial Erosion, pp24-36.
- SIEGMUND B., 1984. Rapport sur le débroussaillage dans le cadre du PCES. In Rapport Annuel CEEMAT Réunion 1984, pp7-10.
- SIEGMUND B., 1991. Rapport sur le défrichement à la pelle araignée. In Rapport Annuel CEEMAT Réunion 1990.

**Cartographie**

BOUGERE J., 1989. Carte des risques d'érosion. Université de la Réunion.

---

# LE BOUTURAGE

Frédéric-Emmanuel Demarne

---

Les "géraniums rosat" sont hétérozygotes et hautement polyploïdes. Ce sont des plantes mâles-stériles, qui ne produisent habituellement pas de graines. Leurs performances agronomiques, et la qualité de leurs essences dépendent d'équilibres génétiques complexes, qu'il y a lieu de reproduire de façon conforme au fur et à mesure des multiplications.

Les techniques de multiplication asexuée en général, et le bouturage en particulier réalisent parfaitement cet objectif de conformité. Et c'est la raison pour laquelle le "géranium rosat" est propagé par boutures.

A partir d'un individu exceptionnel il est possible d'obtenir un clone (un cultivar) où tous les individus auront les mêmes potentialités génétiques. Ceci ne signifie pas que tous les individus seront nécessairement identiques pour toutes leurs caractéristiques, car l'aspect d'une plante est toujours la résultante de l'action de l'environnement et de la réaction du génome. De plus, au sein d'un clone, des variations génétiques peuvent toujours apparaître, qui seraient le fait, soit d'une mutation, soit de chimères, soit de la réaction à des maladies virales.

Ainsi, les plantations de "géranium rosat" sont des clones issus d'un nombre restreint d'individus. Les champs sont plantés avec des boutures, et il est important que cette étape du bouturage soit parfaitement comprise et maîtrisée par les agriculteurs.

## 1 - LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LE BOUTURAGE

La multiplication asexuée à partir d'organes végétatifs est possible parce que les tissus des plantes possèdent des facultés de régénération : les boutures de tiges peuvent néoformer des racines, les boutures de racines peuvent néoformer des tiges, et les boutures de feuilles ont la capacité de néoformer à la fois des tiges et des racines. Bien qu'il soit possible de bouturer les pélargoniums à partir de feuilles ou de racines, la technique la plus répandue et la plus simple à mettre en œuvre est la bouture herbacée de tige.

D'une manière générale, les boutures herbacées ont 12 à 15 cm de longueur, et sont partiellement effeuillées : elles ne possèdent plus que les quelques jeunes feuilles entourant le bourgeon terminal. L'enracinement de ces boutures et leur bonne reprise nécessitent toujours une humidité relative très élevée ; les conditions optimales étant fournies par des systèmes d'arrosage de type brouillard (*mist system*).

Mais de nombreux autres facteurs interagissent sur la qualité et le taux de reprise des boutures. La littérature scientifique et l'expérience des horticulteurs et des agriculteurs témoignent de l'importance de certains d'entre eux.

### 1.1. La qualité des pieds-mères

La nutrition minérale, et l'état phytosanitaire des pieds-mères sont des facteurs déterminants de la réussite du bouturage. L'émission de racines et de pousses dépend fortement de l'état physiologique de la plante sur laquelle la bouture est prélevée. Dans les tissus des pieds-

mères, l'équilibre entre les concentrations en hydrates de carbone, d'une part, et les concentrations en azote nitrique et ammoniacal, d'autre part, est important. En règle générale on admet que :

- les boutures, dans les tissus desquelles la concentration en hydrates de carbone est élevée et la concentration en azote est faible, produisent de nombreuses racines et des pousses plutôt grêles,

- les boutures, dans les tissus desquelles la concentration en hydrates de carbone est normale et la concentration en azote est élevée, produisent moins de racines mais des pousses plus vigoureuses,

- les boutures, dans les tissus desquelles la concentration en hydrates de carbone est faible et la concentration en azote très élevée, n'émettent ni racines ni pousses et dépérissent.

De façon pratique, la plasticité des tiges est un bon indicateur de cet équilibre des concentrations entre hydrates de carbone et azote : les tiges molles et insuffisamment lignifiées fourniront de moins bonnes boutures que les tiges plus fermes et plus raides, c'est-à-dire plus riches en hydrates de carbone.

Pour ce qui concerne les pélargoniums, des études spécifiques leur ont été consacrées, qui confirment ces résultats généraux. Ces études mettent en évidence l'importance de la composition du substrat de culture, et de la nutrition des pieds-mères sur le nombre et la qualité des boutures qui peuvent être obtenues. En particulier, il semble qu'il faille veiller à ce que l'azote soit fourni aux pieds-mères à la fois sous forme nitrique et ammoniacale. En serre et sur les pélargoniums horticoles, le rapport entre ces deux formes d'apports azotés varie en fonction de la variété, et est apprécié au coup par coup. Malheureusement, ces résultats sont difficilement transposables aux conditions d'une production de boutures en plein champ.

## 1.2. L'âge des pieds-mères

Au fur et à mesure du vieillissement des pieds-mères, on observe généralement une diminution de l'aptitude à l'enracinement des boutures qu'on y prélève. La relation entre ce facteur de juvénilité et l'enracinement pourrait s'expliquer par l'augmentation, au cours du vieillissement des pieds-mères, de la production de substances inhibant la formation des racines.

Chez les pélargoniums horticoles, l'usage voudrait qu'on ne garde pas les pieds-mères au-

delà de trois ans. Les observations réalisées montrent que, même si la diminution de l'aptitude à l'enracinement des boutures est faible pendant ces trois premières années, il y a lieu de ne pas aller au-delà de cette limite, car les risques de contamination par les agents pathogènes augmentent avec l'âge des pieds-mères.

Pour ce qui concerne les pélargoniums de parfumerie, et bien qu'aucune étude n'ait été scientifiquement menée sur le sujet, on constate également que les boutures prélevées sur de jeunes pieds s'enracinent mieux que les boutures prélevées dans de vieux champs ou dans des champs abandonnés ("boutures de z'herbe").

## 1.3. Le fanage des boutures

L'efficacité du fanage pour augmenter la formation de racines sur les boutures de tiges est connue depuis très longtemps ; les boutures fanées contiennent une plus grande quantité d'auxines rhizogènes. Ce fanage est d'autant plus efficace que la base des boutures est maintenue à l'obscurité, par exemple dans le sol : il semblerait que certains facteurs essentiels pour la formation des racines puissent être photo-inactivés.

Chez le "géranium rosat", le savoir-faire des paysans réunionnais nous apprend que le fanage des boutures pendant 6 à 10 jours est effectivement une pratique efficace, dès lors que les boutures ont été placées "en nourrice", c'est-à-dire plantées côte à côte dans un lieu frais et humide, à l'ombre. Il faudra cependant prendre soin, au moment de la plantation, de retailler la base des boutures sur environ 1 cm.

## 1.4. Les hormones rhizogènes

L'émission de racines par les boutures est sous la dépendance d'auxines endogènes. L'application par voie externe de ces mêmes auxines ou de molécules analogues facilite l'émission des racines et améliore la réussite du bouturage.

Chez les "géraniums rosat", l'application d'acide indole-butyrique (AIB) dosé à 0.1 ou 0.2 %, associé à un fongicide à base de captane, s'avère un traitement intéressant, qui uniformise la reprise des boutures lorsque le bouturage est effectué directement au champ, dans des conditions climatiques défavorables.

## 1.5. La préparation des boutures

La longueur, la forme, et le nombre de

### PRATIQUE DE L'HORMONAGE DES BOUTURES

Les boutures apprêtées sont reprises en poignées d'environ 20 unités, et trempées verticalement par la base dans un peu d'eau.

Puis la base des boutures est enfoncée instantanément sur environ 2 cm dans un mélange poudreux contenant 0,1 % d'acide indolebutyrique (AIB), 10 % de captane matière active, et 90 % de talc. Le mélange poudreux adhère sur la base humide des boutures, qui sont ainsi traitées.

Lorsqu'on ne dispose pas séparément des produits, la préparation du mélange poudreux peut se faire en utilisant 1 kg d'Exubérone H (AIB à 0,1% dans du talc) et environ 100 g de captane matière active apportés par un fongicide du commerce à base de captane.

**ATTENTION !** L'acide naphthalène acétique (NAA), parfois proposé aux agriculteurs, bloque la croissance des boutures. L'acide indole-propionique est inefficace, et l'acide indole-acétique est peu stable.

feuilles d'une bouture sont également des facteurs importants de la réussite du bouturage. On admet que les boutures herbacées de pélargonium à parfum, qui sont directement plantées au champ, doivent avoir 12 à 20 cm de longueur, c'est-à-dire comporter de 7 à 10 nœuds.

En général, les tissus entourant un bourgeon sont dans un état de juvénilité plus grand que les autres tissus de la plante : ces zones méristématiques se différencient facilement pour former selon le cas des racines ou des tiges. Aussi, pour faire une bonne bouture et tirer au mieux parti de ses capacités de néoformation, il est recommandé de sectionner sa base en biseau, juste au-dessous d'un nœud.

Pour ce qui concerne l'effeuillage, il est admis que la présence de feuilles sur les boutures peut favoriser la reprise : la synthèse d'hydrates de carbone et/ou de substances de croissance au niveau des feuilles et des bourgeons, et leur migration vers la plaie de bouturage favorisent l'émission de racines. Mais, *a contrario*, un nombre trop important de feuilles accroît la transpiration, et épuise la bouture, surtout en saison sèche.

De façon pratique, et suite aux observations répétées qui ont pu être faites au champ à la Réunion, on sait aujourd'hui que les bonnes boutures de pélargonium doivent être effeuillées, mais conserver les 3 ou 4 jeunes feuilles pleinement développées entourant le bourgeon terminal. Malheureusement, chez la plupart des agriculteurs, la qualité de ces boutures est très variable et plutôt médiocre, du fait de l'absence de préparation : d'ordinaire il s'agit de grandes boutures de 25 à 40 cm de longueur, lignifiées, et taillées en section droite sous un nœud.

#### 1.6. L'alimentation en eau des boutures

L'alimentation en eau des boutures herbacées est encore un élément déterminant de leur reprise. La transpiration au niveau des feuilles peut causer la mort des boutures avant que l'émission de racines ait permis de prendre le relais de l'alimentation hydrique. Chez le "géranium rosat", les boutures émettent leurs premières racines au bout d'environ un mois, d'où l'importance de ce facteur eau.

En culture sous serre ou en pépinière, il est facile d'assurer aux boutures une ambiance humide favorable à leur reprise. Un progrès déterminant a été réalisé dans les années 1940 par l'utilisation des systèmes d'arrosage de type brouillard : ce type d'irrigation, non seulement sature l'ambiance, mais encore recouvre la surface des limbes d'un film d'eau très fin qui limite la température de la feuille et l'évaporation. Ces conditions sont idéales pour la reprise.

Lorsque le bouturage est effectué en plein champ, il est difficile d'assurer ces conditions optimales d'humidité. D'où l'impérative nécessité de ne replanter les champs que lorsque les conditions climatiques sont favorables.

A la Réunion par exemple, ces conditions sont réunies en début de saison des pluies (octobre et novembre), ou en fin de saison des pluies (avril et mai). Malheureusement, encore aujourd'hui, le bouturage est réalisé en hiver, c'est-à-dire pendant la saison sèche et fraîche qui va de mai à septembre. Les plantations les plus précoces bénéficient encore d'une certaine humidité de l'air et du sol, et présentent les meilleurs taux de reprise des boutures ; ce taux de reprise s'abaisse de 75 % à 50 % voire moins, dans les champs où la plantation est réalisée entre les mois de juin et septembre.

Les raisons invoquées par les agriculteurs pour expliquer ces retards dans la réalisation des plantations sont :



- le manque de boutures à un prix raisonnable, souvent conditionné par les dégâts de l'anthracnose au cours de l'été précédent,
- la teneur en huile essentielle plus faible en hiver,
- la plus grande disponibilité en main-d'œuvre.

### 1.7. L'état sanitaire des pieds-mères

De nombreuses maladies des plantes sont transmissibles par les boutures. Il est donc important de veiller à ce que le matériel multiplié soit sain, pour éviter à tout prix de contaminer l'ensemble des plantations. En matière de "géranium rosat", toutes les maladies connues sont ainsi transmissibles, aussi bien l'anthracnose, que le flétrissement bactérien, ou les divers pourridiés. Aussi dans la pratique, il faut être vigilant au moment du prélèvement des boutures, pour n'utiliser que des pieds-mères indemnes de ces maladies.

En fait, et de la même façon que pour le contrôle de l'état nutritionnel des pieds-mères, on ne peut que conseiller la mise en place de pépinières dans des emplacements réservés, où l'état sanitaire initial est bon et où les traitements de protection phytosanitaires et les mesures élémentaires de prophylaxie (ex. : désinfection des outils...) seront appliqués de façon drastique. L'idéal étant encore une fois une production hors-sol, en milieu contrôlé, si possible en altitude.

### 1.8. La température ambiante

Les boutures de la plupart des espèces s'enracinent bien lorsque la température ambiante varie de 21 °C à 27 °C le jour, à 15 °C la nuit. Une température excessive de l'air favorise le développement des bourgeons avant celui des racines, ce qui est bien sûr préjudiciable à la bouture. Il est important que les racines se développent avant les tiges.

Ces conditions sont parfaitement remplies dans la zone à "géranium" des Hauts de la Réunion, en particulier d'avril à juin, et de septembre à novembre.

### 1.9. La qualité du milieu de bouturage

Le milieu où sont mises à raciner les boutures doit permettre à celles-ci de tenir debout, et doit garder une certaine humidité sans devenir asphyxiant. Dans le cas d'une multiplication directe au champ, ce milieu de culture doit aussi

convenir au développement ultérieur de la plante. Dans ce dernier cas, la préparation du champ devra donner un sol aéré, mais suffisamment tassé pour que la bouture tienne et ne se dessèche pas. On veillera aussi à assurer une fumure équilibrée, avec en particulier une bonne capacité d'échange cationique.

### LA PEPINIERE DE MULTIPLICATION

Le temps de séjour des boutures en pépinière de multiplication est de 5 à 7 semaines. Dans le cas d'une plantation à "touche-touche", on atteint un peu plus de 500 boutures/m<sup>2</sup>. C'est-à-dire que pour planter un hectare en une seule fois, il faut 100 m<sup>2</sup> de pépinière, et avec 100 m<sup>2</sup> de pépinière on peut planter au moins 6 ha/an. Aussi, chez un agriculteur cultivant 2 ha de géranium, il est raisonnable de prévoir à peu près 20 m<sup>2</sup> de pépinière, soit 1/1 000<sup>ème</sup> de la surface.

Plusieurs solutions, rustiques ou très élaborées, peuvent permettre de réaliser ces pépinières de multiplication. Trois conditions restent cependant impératives, et doivent être respectées dans toutes les configurations :

- les boutures doivent pouvoir être arrosées quotidiennement, si possible par un système de brumisation,
- le substrat terreux doit être drainant, et léger, pour à la fois, éviter l'asphyxie ou la pourriture des boutures, et permettre de manipuler les jeunes plants sans abîmer les racines,
- la pépinière doit être protégée efficacement pour s'affranchir des risques cycloniques.

Une solution moyenne est de confectionner des bacs (L = 5 m ; l = 2 m ; h = 60 cm) en parpaings surmontés d'une structure métallique solidement scellée, qui permet à la fois de fixer une rampe de buses de brumisation, et une toile brise-vent au moment des cyclones. Les bacs sont remplis d'un lit de cailloux grossiers, puis d'un lit de "tout-venant", et enfin de 30 cm d'un mélange de terre (2/5), de compost de géranium (2/5), et de sable (1/5). Avant la plantation des boutures, on y ajoute un insecticide contre les parasites du sol.

## 2 - CONCLUSION PRATIQUE POUR LA REUNION

Aujourd'hui à la Réunion, le bouturage du "géranium rosat" est encore traditionnellement réalisé directement au champ, dans des conditions assez, voire très, éloignées des conditions optimales décrites ci-dessus. Il en résulte un taux de reprise des boutures souvent très faible, avec pour conséquences directes une densité de plantes à l'hectare insuffisante, et une perte de temps considérable pour remplacer les manquants.

Les connaissances acquises sur le bouturage des pélargoniums plaident toutes en faveur de l'installation systématique de pépinières chez les agriculteurs. Sans être forcément coûteux, ces dispositifs assureront une disponibilité permanente en plants de bonne qualité, sains et racinés.

---

### Références bibliographiques

- ALTMAN A., & *al.*, 1983. *Scientia Horticulturae*, 19, p.379-385.  
 BRICHETEAU J., & *al.*, 1980. *In Le Pelargonium*, ENITH Angers Ed, p.17-39.  
 CLINE M.N., & *al.*, 1983. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*, 7(3), p.496-502.  
 DARTIGUES A., & *al.*, 1980. *In Le Pelargonium*, ENITH Angers Ed., p.41-50.  
 DEMARNE F., 1981. Fiche d'essai IRAT-Réunion N°42, 8p.  
 HARTMAN H.T., & *al.*, 1975. *In Plant Propagation*, p.181-313.  
 LEMAIRE F., & *al.*, 1980. *In Le Pelargonium*, ENITH Angers Ed., p.51-59.  
 MICHELLON R., 1975. Fiche d'essai IRAT-Réunion N°53, 11p.  
 MICHELLON R., 1976. Fiche d'essai IRAT-Réunion N°22, 4p.  
 MICHELLON R., 1976. Fiche d'essai IRAT-Réunion N°54, 5p.  
 MICHELLON R., 1978. Fiche d'essai IRAT-Réunion N°56, 15p.  
 MOORMAN G.W., 1983. *Plant Disease*, 67(6), p.612-613.  
 PATON F., & *al.*, 1987. *J.Hort.Sci.*, 62(1), p.79-87.  
 RAMACHANDRA RAO D., & *al.*, 1972. *Lal-Bang.J.Hort.Soc*, 27, p.14-18.  
 STEINITZ B., & *al.*, 1987. *Gartenbauwissenschaft*, 52(6), p.266-270.  
 VE TANOVE TZ R.P., & *al.*, 1985. *HortScience*, 20(4), p.703-705.  
 VIDALIE H., 1980. *In Le Pelargonium*, ENITH Angers Ed., p.61-65.
-



# LA PLANTATION

Roger Michellon - Sylvain Perret

Le rendement d'une culture de "géranium rosat" est fortement lié à l'obtention, puis au maintien d'une densité élevée.

Le taux de reprise des boutures est affecté principalement par :

- leur qualité (choix des pieds-mères, préparation et traitement des boutures, ...);
- la préparation du sol;
- les modalités pratiques de la plantation.

## 1 - PREPARATION DU SOL

### 1.1. Les besoins intrinsèques du "géranium"

Cultivé à la Réunion exclusivement sur sols andiques, le "géranium rosat" a trouvé un substrat aux caractéristiques physiques compatibles avec ses besoins : sols meubles, à forte porosité, drainants. Le travail du sol, en terme d'ameublissement profond de ce type de substrat, n'est donc pas nécessaire.

L'enracinement du "géranium" est très agressif et les racines sont rapidement aptes à coloniser le matériau au-delà des limites du trou initial. Contrairement aux cultures à cycle court, le système racinaire colonise profondément le substrat andique massif et non remanié ; il pénètre à plus de 1 m lorsque la plante est bien installée.

### 1.2. L'évolution de l'itinéraire technique

Anciennement, l'établissement de la culture était réalisé après jachère arborée. L'horizon superficiel observé sous friche constitue le meilleur substrat agricole disponible dans la zone : structure grumeleuse très stable, perméabilité élevée, richesse en matière organique et

nutriments issus de la litière en décomposition, activité biologique et microbiologique intense...

La sédentarisation de la culture, la mise en valeur de nouvelles surfaces importantes et l'introduction de cultures vivrières destinées à la vente ont bouleversé le système de culture à base de "géranium". Ces changements se sont accompagnés d'un développement d'opérations mécanisées, principalement associées au défrichage, par le biais des différents programmes d'aides à l'agriculture cannière, étendus à la zone à "géranium".

Ces opérations sont :

- quasi-systématiques lorsqu'elles concernent l'amélioration foncière : sous-solage au boueur, passage du pulvérisateur à disques lourds ou à dents ;
- plus sporadiques lorsqu'elles s'intègrent aux itinéraires techniques (préparation du sol à la charrue ou au cultivateur rotatif et/ou sillonage).

Les conséquences néfastes de ces opérations sur la conservation des sols et le rendement des cultures sont régulièrement mises en évidence. On leur préfère actuellement un travail minimum du sol qui intègre la possibilité de couverture végétale du sol.

### 1.3. Modalités pratiques et motivations du recours au travail du sol

Dans la plupart des cas, le travail du sol fait intervenir le matériel des systèmes de culture canniers dont le niveau de motorisation élevé est peu compatible avec les fortes contraintes techniques, structurelles et édaphiques de la zone à "géranium" :

- importance des pentes ;
- nature du substrat : andosol peu portant, sensible au cisaillement et à l'érosion pluviale ;

- structure des exploitations : parcellaire morcelé, parcelles de taille réduite, enclavées et éloignées, d'accès parfois difficile.

Ces contraintes ont par ailleurs été prises en compte dans l'introduction de la mécanisation dans les autres opérations culturales du système à base de "géranium" (semis des cultures associées, traitements phytosanitaires, récolte...).

Deux types de préparation de sol sont réalisés, l'un est associé à l'amélioration foncière, l'autre s'intègre plus à l'itinéraire technique de production du "géranium" ou des cultures associées.

#### *Passage de pulvérisateur après défrichement*

Dans le cas de nouveaux terrains, le premier type de travail du sol est réalisé après le défrichement au buteur : un passage de pulvérisateur à disques lourds, souvent de type forestier, permet un nivellement et une homogénéisation du terrain chahuté par les chenilles du buteur. Cette opération permet également de couper, d'écraser et d'enfouir grossièrement les résidus végétaux. Le pulvérisateur travaille le sol sur 15 à 18 cm, l'action d'un cultivateur à dents rigides (parfois utilisé) est plus superficielle (10-12 cm) et très imparfaite : bourrage et entraînement des résidus.

#### *Travail du sol avant implantation des cultures*

Le second type de travail du sol est réalisé soit avant l'installation des cultures à cycle court dans le cas de productions vivrières et maraîchères intégrées au système "géranium" (quelques maraîchers possèdent une chaîne de préparation de sol : tracteur et cultivateur rotatif ou charrue), soit avant la mise en place de la culture du "géranium" lui-même.

Dans le premier cas, la préparation du sol en plein peut satisfaire à certaines nécessités liées à l'enchaînement des opérations culturales (maîtrise des adventices et nivellement avant semis mécanisé, sillonnage pour localisation des apports minéraux ou organiques).

Dans le cas du "géranium", un labour est parfois réalisé pour lutter contre le ver blanc ou les adventices, lorsque l'agriculteur ne parvient pas à maîtriser l'enherbement en période de pointe de travail.

### **1.4. Conséquences du travail du sol**

#### *Structure, porosité, perméabilité, érosion*

Le labour diminue globalement la taille moyenne des agrégats, tout en homogénéisant le sol. La macroporosité est augmentée ainsi que la

perméabilité de l'ensemble de l'horizon travaillé par rapport à des itinéraires de travail minimum. Cependant, une sensibilité accrue à une forme de battance est observée, limitant l'infiltration dans la zone superficielle.

Quel que soit l'itinéraire pratiqué, la perméabilité des andosols est faible (à saturation, toujours moins de 100 mm/h, contre plus de 300 mm/h en sol ferrallitique par exemple) et ne limite pas suffisamment le ruissellement lors de fortes pluies. L'érosion plus importante des andosols labourés tient à la grande mobilité des particules de faible densité, hydrophobes, et facilement mobilisables par les eaux de ruissellement.

#### *Gestion de l'eau et des fertilisants*

Le travail du sol accélère le dessèchement de l'horizon cultural et occasionne des différences d'eau utilisable de l'ordre de 10 à 20 %.

Au plan de la fertilité chimique, l'enfouissement et le mélange réalisés par le labour génèrent des teneurs supérieures en profondeur (20 à 30 cm) pour la matière organique et les bases échangeables. Le pH est un peu augmenté par cette dilution en profondeur (gain de 0,2 unité pour un pH initial de l'ordre de 5,5). Il s'agit d'une redistribution d'une même quantité d'éléments sur une plus grande profondeur.

#### *Comportement des outils*

Les cultivateurs à dents et les outils à disques (pulvérisateur ou charrue) donnent des résultats médiocres, en particulier sur sol enherbé et en pente. La charrue à soc classique (versoires hélicoïdaux) est habituellement utilisée. La qualité du travail dépend des réglages, de la vitesse, de l'état de surface et du type d'horizon affleurant. Un broyage préalable est souvent indispensable si les résidus du précédent cultural sont importants. Lorsque l'horizon andique massif et thixotropique affleure, retournement et enfouissement ne sont plus réalisés correctement, compte tenu de l'adhérence du matériau aux pièces travaillantes.

Des essais de corps de charrue ont montré l'intérêt de versoires à claire-voie (surface de contact réduite), et dans une moindre mesure, de versoires universels courts. Ceux-ci permettent un retournement efficace, un enfouissement homogène et laissent un sol nivelé (terre bien jetée) pour un effort de traction moindre.

Les cultivateurs rotatifs à axe horizontal sont utilisés pour ameublir le substrat andique massif (après décapage des horizons humifères originaux) et y incorporer de la matière orga-

nique. Ces outils laissent un sol excessivement émietté, voire pulvérisé à l'état sec (soufflé). Ce matériau sablo-limoneux perd toute capacité de rétention en eau et en éléments fertilisants (dessiccation irréversible, minéralisation accélérée de la M.O.). L'utilisation abusive de ces outils dans les Hauts du Sud est directement responsable de l'érosion intense qui s'y produit.

Il faut noter que le sarclage à la grappe, traditionnel et généralisé, a les mêmes conséquences, sur une profondeur moindre, mais en exportant systématiquement les résidus des adventices hors de la parcelle.

#### *Conséquences agronomiques*

Le labour avant implantation du "géranium" est réalisé essentiellement pour lutter contre les adventices et contre les parasites.

Les contraintes mécaniques appliquées au matériau lors du labour à la charrue à soc (cisaillement, compression, éclatement) occasionnent des blessures mortelles aux parasites enfouis, on élimine ainsi jusqu'à 80 % des larves de ver blanc (*Hoplochelus marginalis*), l'utilisation d'outils à dents est beaucoup moins performante.

En période de pointe de travail, lorsque la disponibilité en main-d'œuvre est insuffisante, le sarclage ne permet pas la maîtrise de l'enherbement. En fin de saison humide, les plantes à multiplication végétative deviennent alors envahissantes (*Phalaris arundinacea*, *Oxalis spp.*, *Cyperus rotundus*...). Un labour bien versé permet de les enfouir. Cependant, la ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) redevient prédominante dès qu'un outil provoque un émiettement superficiel du sol. Le gain de temps occasionné par le labour n'est que transitoire. À terme la productivité de la main-d'œuvre n'est pas augmentée sur une longue période.

Principalement en raison de l'assèchement du profil cultural, le travail du sol provoque des baisses de rendement pour la plupart des cultures à cycle court du système à base de "géranium" (maïs, haricot, pomme de terre, riz...). Seules quelques spéculations à enracinement pivotant présentent des rendements supérieurs (crucifères, tabac ...). Globalement, le "géranium" semble présenter des baisses de rendements de l'ordre de 20 % lorsqu'il y a travail du sol.

### 1.5. Travail minimum du sol

Lors de la mise en place du "géranium", les résidus du précédent cultural, qui sont principalement la friche herbacée ou la canne à sucre,

peuvent être simplement détruits au glyphosate (à raison de 1 000 à 1 500 g/ha, additionné d'azote ou de mouillant), ou au paraquat (600 à 800 g par hectare). Ils sont ensuite soit mis en andain (cordons antiérosifs), soit conservés sur place pour constituer une première couverture morte.

Cette couverture permet d'assurer une protection totale des sols contre l'érosion en réduisant l'impact des gouttes de pluie et l'entraînement de la terre par le ruissellement. Elle fournit des résidus organiques au sol, lesquels conditionnent le rendement des cultures. Elle augmente sensiblement l'infiltration de l'eau de pluie, et favorise la captation des précipitations occultes.

La couverture du sol conduit à une réduction de la prolifération des adventices, limitant ainsi les temps de travaux ultérieurs (sarclages, ...). Elle permet généralement d'accroître le rendement de la culture. Mais elle se décompose progressivement et elle devrait être renouvelée pour ne pas perdre ses effets bénéfiques. Les études en cours portent sur des associations avec des couvertures vives constituées par des plantes fourragères existant localement telles que le kikuyu, *Pennisetum clandestinum*, le lotier velu, *Lotus uliginosus*, ou introduites : *Arachis pintoï*. Avant plantation du "géranium", la couverture est maîtrisée par fauche pour l'affouragement d'animaux (ou pâturage). Puis un traitement herbicide en dirigé permet éventuellement de marquer le rang : paraquat 400 à 600 g par hectare, ou diquat 300 g par hectare (dans le cas du lotier, ...).

## 2 - PLANTATION

### 2.1. Plantation traditionnelle au trou

La plantation manuelle consiste à faire un trou d'une quinzaine de centimètres de profondeur, sur une dizaine de côté, à l'aide du "pic", puis à y placer la bouture verticalement contre une face et de reboucher en tassant au pied.

La localisation de la bouture contre le sol non remanié permet de bénéficier des remontées hydriques capillaires en période sèche.

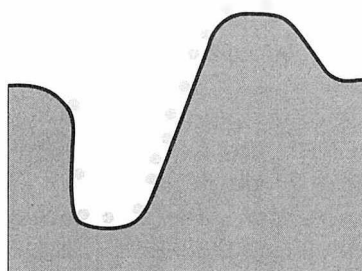
La fertilisation minérale est rarement apportée à la plantation.

Dans les zones infestées par le ver blanc, forme larvaire de *Hoplochelus marginalis* Fair-

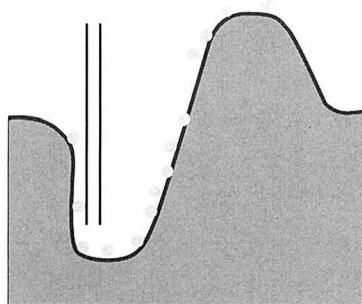
maire, il est conseillé de protéger les boutures dès leur mise en place. Un traitement insecticide à base de Chlorpyrifos-éthyl est actuellement préconisé en formulation granulée (Suxon Botanica®). Compte-tenu du comportement des larves et de la faible diffusion de l'insecticide autour du granulé, le Suxon ne doit pas être concentré au fond du trou de plantation, mais réparti aussi uniformément que possible sur le fond et les flancs de l'ouverture (voir schéma 1). Au rebouchage, le produit se localise alors le long de la bouture, empêchant ainsi l'écorçage par le ver blanc.

La plantation au trou est une opération très exigeante en main-d'œuvre, puisqu'elle nécessite environ un mois de travail par hectare pour une personne seule, sans compter le temps de préparation des boutures.

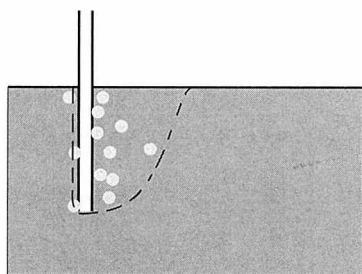
Schéma 1 : Trouaison pour la plantation du "géranium," avec localisation éventuelle du granulé insecticide



Granulés au fond et au bord du trou



Mise en place de la bouture



Bouchage

Le sillonnage manuel ne permet pas de gains importants en temps de travaux.

## 2.2. Mécanisation des opérations de plantation

### *Sillonnage mécanique*

La mécanisation du sillonnage avec des outils manuels (type Binetout) ou avec un sillonneur tracté mécaniquement (utilisable lorsque la pente n'est pas trop forte) permet de réduire la durée de plantation.

Mais le sillonnage mécanique ne peut être réalisé qu'en sol nu. Par ailleurs, en période sèche, le sillonnage mécanique peut présenter un effet dépressif sur la reprise des boutures, surtout s'il est précédé d'un labour trop tardif par rapport aux dernières pluies.

### *Plantation mécanique*

Elle n'est pas pratiquée mais réalisable en terrain plat et peu tassé à l'aide d'une planteuse de plants avec distributeur à pince. Pour obtenir un tassement suffisant du sol au pied de la bouture, il apparaît nécessaire d'alourdir la machine au niveau des roues de plombage.

## 2.3. Densité de plantation

Traditionnellement la plantation s'effectue sans alignement, avec des trous presque équidistants de 45 à 50 cm, soit une densité de 40 à 50 000 plantes par hectare.

Une augmentation de la densité de plantation peut permettre d'accroître le rendement en huile essentielle, en particulier pendant les premières récoltes, puis de réduire les remplacements nécessaires au maintien de cette densité. L'optimum de densité a été estimé à environ 50 000 boutures par hectare en culture pure, mais il est fonction du mode de récolte de la plante :

- les tailles en "table de coupe" (récolte mécanique) ou peu sévères rencontrées dans des exploitations très intensives ("géranium" en rotation avec du maraîchage) ne nécessiteraient pas de dépasser 40 000 plantes par hectare ;

- tandis que les tailles très fréquentes peuvent permettre de valoriser des densités de 60 à 70 000 plantes par hectare.

Les plantations en ligne se sont généralisées car elles permettent ensuite de réaliser des désherbages chimiques en traitement dirigé et donc des économies de main-d'œuvre. Une densité de 50 000 boutures peut alors être obtenue en plantant à 80 cm sur 25 cm.



La disposition des lignes en courbes de niveau permet de réduire l'érosion.

Le remplacement des manquants souvent nécessaires quelques mois après la plantation peut être supprimé grâce au recours à des boutures racinées en pépinière et à un arrosage localisé si nécessaire lors de leur mise en place. Cette technique permet de réduire la période qui précède l'entrée en production de la parcelle. Elle facilite en outre la mise en place du "géranium" dans une couverture vive.

#### 2.4. Perspectives d'évolution

L'intensification en cours de la producti-

tivité de la main-d'œuvre devrait conduire à une mécanisation du poste plantation. Le travail du sol, éventuellement pratiqué, est actuellement isolé et mal intégré à l'ensemble de l'itinéraire technique. L'alternative du non-travail et de la culture du "géranium" sur couvertures permanentes permet de limiter les temps de travaux en réduisant la prolifération des mauvaises herbes.

Ces modes de gestion du sol présentent un intérêt considérable pour la préservation et la restauration des horizons cultureux. Ces atouts devront être complétés par une mécanisation adaptée.

#### Références bibliographiques

- BASSO-BERT G., 1988. Lutte chimique contre *Hoplochelus marginalis* Fairmaire. Bilan des actions à la Réunion sur canne à sucre. 3<sup>ème</sup> Congrès ARTAS, la Réunion, p. 422-444.
- BASSO-BERT G., 1990. Lutte contre le Ver Blanc. Manuel des Techniciens du Géranium. Géranium-conseil - Réunion.
- BROUWERS M., RAUNET M., 1981. Inventaire morphopédologique dans les Hauts de la Réunion. Aptitudes agricoles des terres. Etablissement Public Régional / Direction Départementale de l'Agriculture / IRAT, Programme d'Aménagement Agricole des Hauts de l'Île, 90 p., annexes et cartes au 1/25 000.
- CEEMAT, 1986. Recherche-système dans les Hauts de l'Ouest. Rapport Annuel CEEMAT-Réunion, p. 84-90.
- DANFLOUS J.P., 1991. Essais de travail du sol. In Rapport Annuel CEEMAT-Réunion 1990.
- GAUDY F., 1990. Comportement hydrodynamique et évolution de l'état structural des horizons de surface sous pluie simulée. Cas d'un andosol cultivé de l'Île de la Réunion. CNEARC Montpellier, CIRAD/CEEMAT-Réunion, Fév. 1990, 63 p. et annexes.
- GARIN P., 1983. Etude des itinéraires techniques rencontrés dans les systèmes d'exploitation à base de "géranium" dans les Hauts de l'Ouest de l'Île de la Réunion. Possibilité d'appropriation des innovations techniques par les agriculteurs. CNEARC-ENSAA-IRAT Réunion, 119 p. + Annexes.
- GARIN P., 1987. Systèmes de culture et itinéraires techniques dans les exploitations à base de "géranium" dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion. L'Agronomie Tropicale, 1987, 42-4, p. 289-299.
- GRAVAUD A., 1976. Essai de différentes densités de plantation du "géranium rosat". Ministère de l'Agriculture. Circonscription Phytosanitaire Réunion, 3 p.
- GRAVAUD A., ROURA A., BÉDIER A., 1978. "Géranium" à parfum. Essais "techniques culturales". Ministère de l'Agriculture. Service de Protection des Végétaux, 2 p.
- MICHELLON R., 1986. Stabilisation et maîtrise de systèmes de production de "géranium". In Rapport Annuel IRAT-Réunion 1986, p. 155-161.
- MICHELLON R., 1987. Amélioration des systèmes de culture à base "géranium". In Rapport Annuel IRAT-Réunion 1987, p. 75-90.
- MICHELLON R., CHASTEL J.M., 1988. Recherches sur les systèmes de production agricole dans les Hauts de l'Ouest. In Rapport Annuel IRAT-Réunion 1988, Cinq années de recherches agronomiques 1984-1988, p. 97-111.
- PERRET S., 1988. Le labour sous cultures vivrières : état du sol et conséquences agronomiques. In Rapport Annuel CEEMAT-Réunion 1988, p. 103-109.
- PERRET S., 1990. Caractérisation physique et mécanique des sols andiques de l'île de la Réunion. CEEMAT-Réunion, Saint-Denis, Janv. 1990, 39 p.
- PERRET S., 1992. A paraître. Evolution anthropique des propriétés et des fonctionnements de l'horizon superficiel d'un sol cultivé. Incidences de la mécanisation. Cas d'andosols de l'Île de la Réunion. ENSA-Montpellier, CIRAD/CEEMAT-Réunion.
- PIROT R., 1987. Recherche de voies de mécanisation pour les Hauts de l'Ouest. In Rapport Annuel CEEMAT-Réunion 1987, p. 103-127.
- PY F., CLARIOND A., 1989. Influence de l'érosion et des techniques culturales sur les caractéristiques des andosols de la Réunion. Etude des relations entre stock organique, stabilité structurale et activité microbienne. ENSA-Toulouse, CIRAD/IRAT-Réunion, 103 p. + Annexes.
- SIEGMUND B., 1984. Lutte contre le ver blanc. In Rapport Annuel CEEMAT-Réunion 1984, 11-17.
- WEYLAND M., 1990. Etude expérimentale de l'espace poral et des comportements hydriques et hydrodynamiques d'andosols cultivés de l'île de la Réunion. ENSA-Toulouse, CIRAD/CEEMAT-Réunion, Sept. 90, 83 p. et annexes.



# LA FERTILISATION

Pierre-François Chabalier

Dans les systèmes de culture traditionnels du "géranium rosat" à la Réunion, la fertilisation des parcelles est le fait des apports d'engrais (Garin, 1983), et des restitutions des résidus de distillation plus ou moins compostés ("fumier de géranium"). L'engrais minéral est utilisé avec parcimonie, à cause de son coût relativement élevé et de la pénibilité de son transport à dos d'homme en terrain difficile. Le "fumier de géranium" ramène au champ de la matière organique et quelques éléments fertilisants ; mais cette restitution est le plus souvent localisée, et profite surtout aux plantes vivrières associées au "géranium".

En règle générale la fertilisation est trop faible, et le système traditionnel n'est pas stable. En l'absence de protection, l'érosion dégrade rapidement les sols et diminue leur fertilité.

Ces phénomènes sont aggravés par la nature même des sols. Dans les Hauts de l'île, le "géranium" est généralement cultivé dans des andosols sur cendres. Ces sols très fragiles ont des propriétés physico-chimiques particulières dues à la présence de gels allophaniques (Rauet, 1991), et l'intensification de la culture pose des problèmes, notamment en matière de conservation de la fertilité à long terme.

Des solutions ont été recherchées dès la fin du siècle dernier. On retrouve la trace d'essais de fertilisation menés à Moka en 1894, et en 1897, Auguste de Villèle préconisait déjà l'analyse des sols champ par champ pour l'application de fumures raisonnées. Le chaulage et les restitutions organiques (composts et fumiers) étaient également conseillés.

De nos jours, en plus des problèmes d'intensification proprement dits, il faut impérativement trouver des solutions pour régénérer les sols érodés. Des rotations longues du "géranium" avec la canne à sucre ou la jachère à *Acacia* permettraient de restaurer une partie de la ferti-

lité. Cependant, en fonction de l'altitude et/ou des pressions foncières, il n'est pas toujours possible de mettre en place de telles jachères pour des durées supérieures à 10 ans.

En s'appuyant sur les acquis récents en matière d'andosols et de culture du "géranium", les agriculteurs peuvent d'ores et déjà mieux raisonner la fertilité de leurs champs pour une meilleure production. Ce sont ces connaissances qui seront présentées ci-dessous.

## 1 - LA FUMURE MINERALE

Les engrais ajoutent des éléments fertilisants aux réserves du sol. Pour une production optimale, il est nécessaire de connaître et d'adapter ces réserves aux besoins de la plante et au niveau d'intensification de la culture.

Un plan de fumure raisonné procède donc à la fois de la connaissance des réserves du sol, de l'évolution de ces réserves sous un système de culture donné, et de l'évaluation des exportations par la culture.

Une culture de "géranium" à fort rendement peut produire 7 t de matière sèche/ha/an, c'est-à-dire environ 75 kg d'huile essentielle. Selon Fritz (1973) cela correspond en moyenne à des exportations annuelles par hectare de 100 kg de N, 32 kg de  $P_2O_5$ , 165 kg de  $K_2O$ , 250 kg de CaO, 28 kg de MgO, 15 kg de Na, et 10 kg de S.

L'analyse des plantes permet d'affiner le bilan d'exportation, en prenant en compte les variations qui apparaissent d'un champ à un autre en fonction de la fertilisation ou de la richesse du sol (voir *tableau 1*).

Tableau 1 : Teneur en éléments minéraux du "géranium rosat"

	Teneur moyenne en % de la matière sèche	Intervalle de variation
<b>N</b>	1.60	0.60 à 2.50
<b>P</b>	0.18	0.10 à 0.20
<b>K</b>	2.00	0.60 à 2.80
<b>Ca</b>	2.20	2.00 à 2.80
<b>Mg</b>	0.22	0.20 à 0.25
<b>Na</b>	0.18	0.10 à 0.25
<b>S</b>	0.15	0.12 à 0.20

La matière sèche représente 18 à 20 % de la biomasse totale. On remarquera les teneurs en calcium particulièrement élevées, qui font du "géranium rosat" une des plantes les plus consommatrices de cet élément. L'explication physiologique de ce phénomène n'est pas connue, et ceci est d'autant plus étonnant que le "géranium" est cultivé sur des sols pauvres en cet élément.

## 1.2. La fertilisation azotée

Le "géranium" répond bien à l'apport d'azote, à condition d'utiliser une fumure équilibrée, non limitante en d'autres éléments, en particulier en phosphore. Des doses croissantes d'azote augmentent la production de matière verte, la production de matière sèche, et la production d'essence par unité de surface. La teneur en essence est légèrement diminuée, et la qualité de l'huile essentielle n'est pas affectée.

A la Réunion, Fritz a observé des augmentations linéaires du rendement avec des doses d'azote variant jusqu'à 150 kg/ha/an. Des résultats similaires ont été obtenus en Inde avec des doses atteignant 225 kg/ha/an (Prakasa Rao, 1986).

En conditions d'exploitation normales, une bonne fumure azotée permet de produire plus de 100 kg d'huile essentielle/ha/an.

### *Azote et minéralisation de la matière organique*

A la Réunion, la minéralisation de l'azote est pratiquement deux fois plus importante en basse altitude que dans les Hauts. Les andosols sont riches en matière organique et les teneurs en azote total y sont élevées (de 5 à 8 % dans les

20 premiers centimètres de sol). Mais en conditions naturelles, le coefficient de minéralisation est faible, de l'ordre de 0,5 %. La matière organique fournit donc moins d'azote aux plantes que ce qu'on pourrait attendre.

La minéralisation commence en septembre, et culmine pendant l'été chaud et humide. Mais les fortes pluies de janvier à mars provoquent un lessivage important de l'horizon cultivable : la lixiviation est totale dès que les précipitations dépassent 100 mm. Dans ces conditions, le minimum d'azote minéral est observé après la saison des pluies.

En année moyenne et en sol non dégradé et bien pourvu en matière organique, la minéralisation peut fournir de 50 à 100 unités d'azote dans les andosols d'altitude (Colimaçons), et 100 à 200 unités dans les sols ferralitiques andiques du littoral Nord-Est (Fritz, 1973).

### *Apport d'azote par les engrais minéraux*

Par son action immédiate, l'azote permet de conduire la végétation en effectuant des apports d'engrais minéraux à certaines périodes critiques. Les quantités sont raisonnées pour assurer à la plante une nutrition équilibrée en fonction de sa croissance, de la disponibilité en eau, et du climat.

Sur "géranium", Fritz a montré l'efficacité d'un apport d'engrais à la fin de l'été (avril-mai), lorsque l'azote minéral est minimum dans le sol. Cependant, en production très intensive, des fractionnements modulés selon le rythme des récoltes pourraient permettre un accroissement de la production de chaque repousse.

A la Réunion, l'azote est rarement apporté sous forme simple ; les agriculteurs utilisent plutôt des engrais ternaires N-P-K formulés pour la canne à sucre (15-7-24 ou 15-12-24 ou 18-7-30). Pour des cultures de "géranium" très intensives, il conviendrait de renforcer ces fertilisations par des apports d'ammonitrate en début de saison sèche et fraîche, au mois de mai, de façon à apporter à la culture environ 200 unités d'azote par an.

Sur andosol non érodé, 30 à 60 % de l'azote provenant de l'engrais sont stockés et réorganisés par la matière organique (Py et Clariond, 1989). Un andosol érodé, où l'horizon superficiel est décapé, valorise mieux l'azote apporté, à condition que celui-ci ne soit pas perdu par ruissellement et lessivage. Sur un sol érodé bien fertilisé et amendé, on peut atteindre un niveau de production correct.

### 1.3. La fertilisation phosphatée

Le "géranium rosat" répond relativement bien à la fertilisation phosphatée. Fritz a observé que les teneurs en essence sont liées aux teneurs en phosphore dans la plante. A la Réunion, une fertilisation N-P ou N-P-K induit de meilleures teneurs en essence et de meilleurs rendements que des fertilisations de type N ou N-K.

Dès 1889, des essais conduits à Moka montraient qu'un apport massif de superphosphate de chaux (2 t/ha) doublait la production (Dantes, 1889). De même, un essai de fertilisation mené à la station agricole du Tampon de 1949 à 1952 mettait en évidence l'effet des phosphates et des engrais complets N-P-K sur les rendements (augmentation par rapport au témoin non fertilisé respectivement de 2,6 fois et de 3,4 fois). Des résultats similaires ont également été obtenus au Kenya : pour maintenir un niveau de production élevé, Weiss (1967) conseille de renouveler après la 5<sup>e</sup> coupe, l'application de 200 kg de  $P_2O_5$  faite à la plantation.

#### *La fourniture du phosphore par le sol*

Les réserves de phosphore des andosols sont plutôt élevées, de 1 500 à 3 000 ppm. Un horizon de surface normal contient ainsi 3 à 6 t/ha de cet élément. Mais 50 % environ de ce phosphore sont liés fortement au fer et à l'alumine, 15 à 20 % sont totalement rétrogradés, et 20 à 30 % sont liés à une matière organique peu minéralisable. Ceci explique que la proportion de phosphore réellement disponible dans les andosols soit faible (150 à 400 ppm de P assimilable Olsen-Dabin), et que sur ces sols, les plantes extériorisent souvent des carences en phosphore (Fritz, 1973).

Le blocage du phosphore et de l'azote est d'autant plus énergique que les andosols sont situés en altitude. La diminution des températures limite encore l'activité biologique, et augmente le rapport acide fulvique/acide humique, provoquant de ce fait le lessivage à grande profondeur de la matière organique (Raunet, 1991). Pour que la fertilisation phosphatée soit efficace dans les andosols, il faut activer l'activité biologique par apport de résidus végétaux frais ou compostés, et relever le pH de façon à bloquer l'aluminium et le fer libres.

Chez certaines *Geraniaceae*, la présence de champignons mycorrhiziens de type VAM (Vesicular-Arbuscular-Mycorrhizae) du genre *Glomus*, pourrait permettre une meilleure prospection du milieu et une meilleure nutrition en phosphore (Sweatt-Davies, 1984 et Biermann-Linderman,

1983). Il est vraisemblable, mais non démontré, que ces mycorrhizes existent à la Réunion.

#### *Apport de phosphore par les engrais minéraux*

A la Réunion, le phosphore est le plus souvent apporté sous forme d'engrais ternaires ; c'est donc généralement du phosphate d'ammoniaque, qu'on localise au pied des plantes, malheureusement sans enfouissement.

Dans les andosols pauvres en phosphore assimilable, on peut préconiser une fumure de correction à base de phosphate tricalcique naturel broyé. Pour être efficace, cette fumure devra être localisée et enfouie sous la ligne de plantation.

La fumure d'entretien peut se faire avec des engrais ternaires riches en  $P_2O_5$ , en enfouissant les granulés le long des lignes ou autour des pieds.

### 1.4. La fertilisation potassique

Le "géranium rosat" semble supporter des teneurs faibles en potasse avant d'extérioriser des signes de carence. Les symptômes de carence accompagnés d'une baisse de production n'apparaissent que lorsque la teneur en potasse dans la plante descend en dessous de 0,3 % de la matière sèche.

Le symptôme principal de carence est un dépérissement des plantations, avec des feuilles qui jaunissent, rougissent, et meurent prématurément, et des plantes qui se dessèchent.

Pour une production de matière verte de l'ordre de 30 t/ha/an, le "géranium" exporte environ 160 kg de  $K_2O$ , qu'il convient de restituer au sol. Les teneurs et les exportations de potasse augmentent avec les apports d'azote. Elles sont nettement plus dépendantes des facteurs de fertilisation que des dates de récolte.

#### *La fourniture de la potasse par le sol*

Les andosols sont pauvres en potasse, notamment lorsqu'ils ont été décapés et érodés. La carence intervient alors rapidement si on n'a pas recours à une fertilisation adéquate. Du fait de la particularité du complexe absorbant qui varie avec le pH du sol, la fixation des cations est très faible en sol acide (Raunet, 1991). Il est donc conseillé de ne pas apporter des doses excessives de potasse en une seule fois, et de veiller au maintien du pH à des valeurs supérieures à pH 5,5, pour que le sol puisse fixer la potasse apportée par les engrais.

#### *Apport de potasse par les engrais minéraux*

La potasse est apportée avec les engrais

ternaires, sous forme de chlorure de potassium. Des fractionnements au rythme des différentes récoltes permettent une meilleure efficacité de l'engrais.

En cas de carence prononcée en potasse, on pourra essayer des fumures renforcées en cet élément (emploi d'engrais ternaire de type 15-0-40) pour remonter progressivement les stocks en potasse du sol à un niveau convenable, c'est-à-dire à plus de 4 % du complexe d'échange cationique du sol.

### 1.5. Les micro-éléments

A la Réunion, les essais qui ont été faits n'ont pas permis de mettre en évidence une réponse nette du "géranium" à l'apport de micro-éléments, notamment de bore, alors que d'autres plantes extériorisaient des carences en cet élément.

Des chercheurs soviétiques ont montré dans d'autres conditions l'action bénéfique (+14 %) du molybdène et du bore sur l'accumulation de l'essence dans les feuilles.

### 1.6. Pratique de la fertilisation

La nature de l'engrais à apporter dépendra de la fertilité du sol, de ses déficiences et de ses excès. La nature de l'apport dépendra de l'itinéraire technique et de la mécanisation plus ou moins poussée. Les quantités apportées dépendront de l'intensification possible et du niveau de rendement recherché. Pour un "géranium" intensif, la fertilisation théorique basée sur les restitutions et tenant compte des pertes est de l'ordre de 200 N-80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-200 K<sub>2</sub>O.

Pour moins de 20 kg/ha/an d'huile essentielle, l'application en une fois de 300 kg/ha d'un engrais ternaire de type canne à sucre suffit.

Pour 30 à 40 kg/ha/an d'huile essentielle, le même type d'engrais à la dose de 400 à 600 kg/ha convient.

Pour plus de 50 kg/ha/an d'huile essentielle, la fertilisation doit être correctement ajustée et raisonnée, en recherchant l'optimum technique (enfouissement, fractionnement ...). Une combinaison de différents engrais, apportés fractionnés sur l'ensemble du cycle de la culture, permet de se rapprocher de l'optimum technique. On peut par exemple appliquer 700 kg/ha de 9,5-14-30 + 600 kg/ha d'ammonitrate ou 300 kg/ha d'urée.

Notons qu'au moment de la plantation, il faut éviter le contact entre l'engrais et la bouture

qui risquerait d'être brûlée. Ceci est d'autant plus vrai avec les engrais non-enrobés, à solubilité élevée.

## 2 - LES AMENDEMENTS MINÉRAUX CALCIFIQUES

Les amendements minéraux calciques sont des substances contenant du calcium qu'on incorpore au sol pour améliorer ses propriétés physiques, physico-chimiques et biologiques.

L'apport de calcium se fait sous forme de CaO, CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub> ou de matières organiques riches en calcium.

Le choix des amendements dépend du coût de l'unité neutralisante, de sa rapidité d'action liée à la finesse de broyage, de sa commodité d'emploi vis-à-vis du matériel d'épandage et de l'apport supplémentaire éventuel (magnésie, phosphates, oligo-éléments, ...).

Les amendements calciques magnésiens proviennent de roches calcaires (craies, calcaire, dolomie). Ces roches contiennent à la fois du calcium (Ca) et du magnésium (Mg). Pour accroître leur activité, ces roches sont cuites, ou pulvérisées plus ou moins finement. A la Réunion, on utilise traditionnellement du corail broyé et cuit. Cependant, un seul four à chaux est encore en activité aujourd'hui, et sa production ne suffit plus à la demande ; des amendements doivent être importés.

### 2.1. pH, complexe échangeable et calcium dans le sol

Le complexe échangeable dépend de particules fines du sol et de colloïdes organo-minéraux qui présentent des forces électrostatiques à leur surface.

La CEC ou Capacité d'Echange des Cations, est la quantité de cations capable d'être retenue par ces forces. Elle dépend :

- de la teneur en silicates d'alumine plus ou moins cristallisés (argiles, allophanes) et de la nature de ces silicates,
- de la teneur en matière organique et de la nature de cette matière organique.

Dans le cas des andosols de la Réunion, cette CEC n'est pas fixe, mais elle est modifiée par les variations de pH du sol. Sa valeur est comprise entre 6 et 8 meq/100 g de sol.

Dans un andosol pauvre en matière organique (horizon B) et présentant un pH acide, la

CEC sera très faible, voire nulle. D'où l'intérêt de remonter le pH du sol par l'apport d'amendements calciques.

Les bases échangeables fixées sur le complexe absorbant des andosols sont souvent en faibles quantités.

- Dans l'horizon supérieur, les valeurs moyennes pour 100 g de sol varient de 2 à 6 meq pour Ca, de 0,7 à 4 meq pour Mg, de 0,1 à 0,8 meq pour K, et autour de 0,1 meq pour Na.

- En profondeur, les valeurs sont nettement plus faibles (jusqu'à 10 fois moins).

Les sites d'échange restant sur la CEC sont occupés par les ions  $H^+$  et  $Al^{+++}$ , voire  $Mn^{++}$  en cas de pH très bas.

Le pH des andosols est nettement acide. La différence entre le  $pH_{eau}$  et  $pH_{KCl}$  peut être faible ou négative (horizon B) indiquant la présence d'une capacité d'échange anionique.

Dans ce cas, la réaction du "test" au fluorure de sodium développe un pH très alcalin ( $pH_{NaF} > 9$ ).

Ceci est en relation avec la présence d'aluminium facilement extractible (allophanes et hydroxydes), qui, en augmentant exponentiellement avec l'acidité, provoque des toxicités sur les cultures selon leur sensibilité. Cette toxicité est exprimée en niveau critique de saturation en Al du complexe (CAS %).

\* Cultures sensibles (haricots, légumes, ...) CAS ~ 0

\* Cultures moyennement sensibles (maïs, tabac, pomme de terre) CAS ~ 30 %

\* Cultures tolérantes (riz, canne à sucre, R 570, manioc, patate) CAS ~ 30 à 50 %  
Le "géranium" semble être tolérant.

\* Seules quelques plantes acidophiles supportent des taux élevés d'aluminium échangeable : ananas, théier, goyaviers, fougères, brans, nastus, tamarins, conifères, etc.

Ces plantes sont capables d'absorber les phosphates d'alumine du sol, puis d'utiliser le phosphore en neutralisant l'aluminium avec des acides organiques dans les feuilles.

#### 2.4. Nécessité du chaulage : remontée du pH

Pour éviter le risque de toxicité aluminium, il est nécessaire de remonter le pH autour de 5,5.

Des essais en laboratoire, Albertelli (1987) montrent que pour remonter le pH d'une unité, il est nécessaire d'apporter environ 4 t/ha de  $CaCO_3$ , ce qui a pour effet d'augmenter la capa-

cité d'échange et le calcium absorbé de 2 à 3 meq/100 g.

L'essai de chaulage du "géranium" avec du sable corallien broyé donnait les résultats suivants à Colimaçons (sol avec une bonne teneur en M.O.) :

Dose $CaO$ t/ha	pH - 1972 avant chaulage	pH - 1973 1 an après chaulage
Témoin = 0	4,6	4,5
1	4,6	5,1
2	4,6	5,5
3	4,6	5,9

Des méthodes de calcul sont employées par les laboratoires d'analyses pour calculer les doses de chaulage d'après les analyses classiques de sol.

A la Réunion, le calcul automatique du laboratoire du CIRAD est basé sur des relations statistiques reliant le pH à la teneur en calcium échangeable des sols.

- Pour des andosols perhydratés : il faut au moins 2 meq de Ca pour avoir un pH de 5,5.

- Pour les autres types de sols, il faut au moins 4 meq de Ca pour avoir un pH de 5,5.

On calcule donc la quantité de Ca à ajouter au sol pour atteindre ces seuils.

L'essai d'amendement (corail broyé) sur sol acide à Colimaçons en 1972-74 n'a pas mis en évidence de réponse nette du "géranium" au calcium. Mais ces sols étant carencés en magnésium, il pouvait exister cet autre facteur limitant. Des essais plus anciens montrent une bonne réponse à des mélanges phosphates-chaux.

Vu l'importance des exportations de calcium (250 kg/ha/an) pour la culture, il ne faut pas négliger l'entretien en calcium des sols.

Les doses de chaulage sont habituellement calculées pour un enfouissement dans une couche de sol de 20 à 25 cm, soit 2 000 à 3 000 t/ha de sol.

Dans certains cas, les agriculteurs localisent l'amendement au sillon ou au trou. Il est donc nécessaire de recalculer la dose en estimant la masse de sol concernée pour ne pas surchauffer le sol. Cette technique n'est d'ailleurs pas conseillée car on fait apparaître des barrières chimiques auxquelles les racines sont sensibles et on favorise une culture en "pot de fleur" qui limite le développement racinaire.

L'épandage dépend de la dose à appliquer et du type d'amendement (cuit ou naturel).



Un enfouissement superficiel, même avec la culture en place, sera la meilleure technique.

Les doses très importantes (plus de 3 t/ha) devront être mélangées au sol avant l'implantation des cultures.

La rémanence du chaulage dépend de nombreux facteurs : notamment, des pertes par lixiviation favorisées par les fortes fumures minérales et les fortes pluies. Les exportations en calcium par le "géranium" sont également importantes.

Au total, on peut estimer les pertes annuelles en CaO de l'ordre de 200 à 600 kg/ha/an. Il faut donc compenser ces pertes par un chaulage d'entretien tous les 3 à 5 ans, avant d'être amené à réaliser des chaulages de correction plus importants.

## 2.6. Incidence de la technique

Le chaulage permet sans doute une amélioration globale des productions, par une action directe lorsqu'il y a toxicité aluminique forte ou par action indirecte sur les autres facteurs de la fertilité.

Dans la majorité des cas, l'action ne sera pas spectaculaire car le "géranium" semble très tolérant à l'acidité. Elle sera sans doute plus marquée sur les cultures associées.

## 3 - AMENDEMENTS ORGANIQUES (A.O.)

### 3.1. La matière organique dans les andosols de la Réunion

Les andosols sont généralement riches en M.O. Dans l'horizon noir de surface (horizon A), il n'est pas rare de trouver 20 % de M.O. L'horizon A de l'andosol est stable et a une bonne agrégation notamment sous friche à *Acacia*.

Dans l'horizon B en profondeur, de couleur nettement plus claire, il y a encore beaucoup de M.O., essentiellement des acides fulviques. Mais celle-ci est très liée aux substances minérales amorphes (alumine, allophanes, ...), ce qui forme des complexes organo-minéraux stables, très hydratés à propriétés de gels.

Au contraire, dans les bas, les sols bruns possèdent une matière organique plus humifiée, où les acides humiques (A.H.) et fulviques (A.F.) sont en proportion égale dans tout le profil.

Lorsque l'horizon A a été décapé par l'éro-

sion, l'horizon B mis en culture est sensible à l'érosion du fait de sa plus faible teneur en M.O. et de la nature de sa M.O. Cet horizon sera difficile à régénérer et à améliorer. Les cycles dessiccation-réhumectation sont très importants sur les phénomènes d'agrégation, et la sensibilité à la déshydratation dépend de la répartition des fractions organiques.

Dans ces sols, la minéralisation de la M.O. semble lente malgré l'existence d'une flore opératoire. Le manque de substrat carboné et azoté facilement métabolisable limite fortement l'activité de cette flore.

Cette flore est très active sous friche dans l'horizon A, moins sur un A cultivé et beaucoup moins sur un B.

Un apport d'amendement organique riche en carbone permet un démarrage rapide de l'activité microbienne.

### 3.2. Intérêt des apports de M.O.

L'absence de restitution organique dans les sols cultivés (notamment les andosols) explique en grande partie la dégradation et le décapage progressif de ces sols.

La matière organique fraîche sert de substrat à la microflore qui agit sur la M.O. en améliorant sa qualité et qui, peu à peu, agira sur la stabilité et la macro-agrégation du sol. Il faut donc insister sur les moyens disponibles de restitution de M.O. au sol.

Nous pouvons proposer une palette de dispositions telles que le retour de compost de "géranium" (méthode traditionnelle), la production de compost et de fumier sur place, les apports d'amendements de l'extérieur (fumier d'étable, d'élevages divers).

Certaines techniques culturales permettent également un enrichissement du sol :

- les jachères à *Acacia* pour les sols les plus dégradés,
- les couvertures mortes ou vivantes (en expérimentation),
- les rotations avec la canne à sucre et les plantes fourragères qui procurent un important retour de bio-masse au sol (racines et résidus).

### 3.3. Amendements Organiques : AO

#### Définition

Matière fertilisante composée principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale et/ou animale, fermentée ou fermentescible,

destinée à l'entretien ou à la reconstitution du stock organique du sol et à la fertilisation.

Il est à remarquer que les A.O. favorisent la croissance et la résistance des plantes du fait de la présence d'activateurs, d'enzymes, d'acides aminés, de vitamines et d'oligo-éléments.

Cette particularité est la base de l'agriculture biologique.

Certains apports organiques peuvent, par contre, provoquer un effet dépressif sur la culture, comme la toxicité de certains fumiers mal décomposés, trop riches en  $\text{NH}_4$  et de la compétition pour les éléments du sol : faim d'azote pour les M.O. trop riches en carbone.

De ce fait, il est important de connaître le type d'A.O. et ses critères de définition afin de définir les doses et la technique d'apport au sol.

*Rappel sur les états de la M.O. enfouie dans le sol et ses propriétés*

Les M.O. enfouies dans le sol évoluent dans le temps, par minéralisation et humification. La M.O. à C/N élevé se transforme lentement en humus du sol à C/N bas (10 à 15).

Ainsi, on distingue classiquement trois formes de M.O., correspondant à des états d'évolution, et dont les propriétés peuvent être traduites en termes d'effets sur le milieu.

- La M.O. libre qui inclut la M.O. fraîche à

C/N élevé, est composée de débris végétaux ou minéraux encore peu transformés par l'action des micro-organismes.

Pour son effet mulch, en couverture, elle joue un rôle de conservation de l'humidité et diminue l'érosion et la battance.

Après son incorporation, elle a un effet mécanique d'aération et améliore la structure et le drainage. Elle stimule l'activité des vers de terre et des micro-organismes (peu d'amélioration du stock minéral du sol).

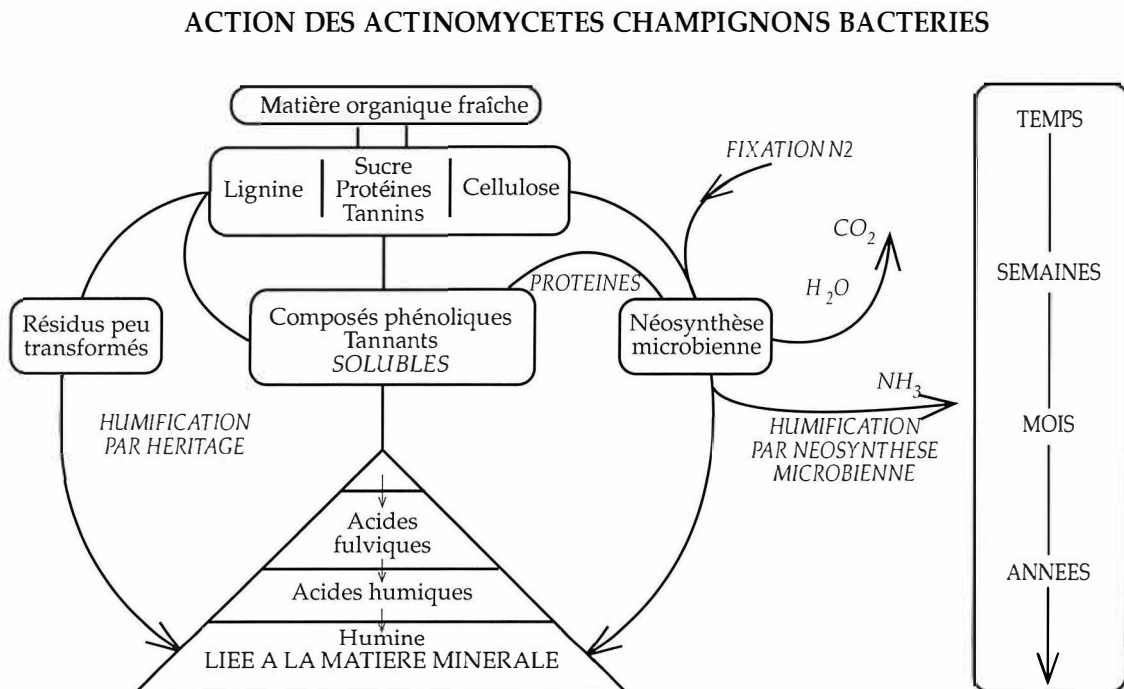
La vitesse d'évolution de la M.O. libre dépend de sa nature (valeur du C/N en particulier) et des conditions du milieu (aération, humidité, pH).

- Les produits transitoires sont des M.O. liées au complexe AH à très faible durée de vie, qui induisent une forte augmentation de la stabilité structurale, mais dont l'effet est limité dans le temps.

- L'humus est de la M.O. liée aux substances minérales à C/N voisin de 10, qui résiste à l'action des micro-organismes et a une longue durée de vie. Il entraîne une amélioration plus faible, mais durable, de la stabilité structurale du sol, une augmentation de la CEC, de la capacité de rétention en eau du sol et une amélioration du stock minéral.

Le schéma suivant rend bien compte de la

Décomposition des matières organiques fraîches



dynamique générale d'évolution dans le sol des M.O. enfouies, qu'il s'agisse d'amendements, de résidus de récolte ou d'engrais verts.

#### *Les A.O. disponibles*

Les fumiers valorisent bien les résidus, mais la qualité est très variable.

- Les lisiers et purins sont riches en produits fermentescibles, mais leur application nécessite des matériels spéciaux. Leur qualité est également variable.

- Les composts (aérobies ou anaérobies) peuvent intéresser plusieurs types de résidus culturels.

- Les engrais verts ont le défaut de présenter toutes les contraintes d'une culture (préparation de sol, semis, enfouissement).

- Les déchets industriels : écumes de sucrerie dont la valeur est proche de celle des gadoues de station d'épuration, représentent également des sources non négligeables de M.O. Le problème de leur utilisation est celui de leur transport.

Les produits passant par un traitement humide (écumes, boues) sont en général peu pourvus en potassium (qui est rejeté avec les eaux épurées ou les vinasses). Leur valeur agromique est principalement liée à la teneur en azote et en phosphore. Le taux de calcium est moyen.

Les boues peuvent contenir des germes pathogènes et leur utilisation nécessite des précautions d'emploi (norme NF U 44041). Ces boues et écumes peuvent être utilisées liquides, concentrées (4 à 10 % de MS), pâteuses (15 à 25 % de MS) ou solides après conditionnement et séchage. Leur biodégradabilité est rapide et les apports trop fréquents ainsi que les doses trop fortes sont à éviter. On peut fabriquer des composts avec ces matériaux en les associant à des substrats ligno-cellulosiques : bagasse, sciure, pailles, ...

### **3.4. Les pratiques d'entretien organique des plantations de "géranium"**

A la Réunion, les auteurs mentionnent depuis le début du siècle l'intérêt des restitutions de résidus de distillation à la culture du "géranium". Ainsi, Gaston de Tourris en 1915 s'indigne déjà des pratiques de culture extensive et préconise l'établissement d'une fumure adaptée après détermination des exportations et en tenant compte de la composition du sol.

Cette fumure serait organo-minérale : fumier de "géranium" complémenté en sels

minéraux. Cependant, quelques compte-rendus d'expérimentations conduites à Colimaçons les Hauts (Auguste de Villèle, 1925) montrent des effets négatifs d'une très forte dose de fumier (130 t/ha) ; ces effets ne sont pas identifiés (certainement toxicité  $\text{NH}_4$ )

Dans les autres pays producteurs, on observe sur les plantations de "géranium" les pratiques d'entretien organique habituelles en grandes cultures :

- Tunisie : 20 à 30 t de fumier de ferme/ha/an avec fertilisation NPK : 80 - 100 - 50.

- Algérie : 30 t/ha/an de fumier de ferme.

- En URSS : 40 à 50 t/ha/an de fumier de ferme ou 50 à 60 t/ha/an de fumier de "géranium".

A la Réunion, le compost issu de la distillation est généralement ramené au champ sur les cultures associées vivrières (haricot) et rarement sur le "géranium" lui-même.

### **3.5. L'effet des restitutions organiques dans le système "géranium sur andosol" à la Réunion**

Les observations réalisées à la Réunion (R. Michellon, IRAT, 1987-1988) montrent qu'avec des apports moyens de 5 à 10 t/ha réalisés dans un "géranium" avec intercalaires, on augmente la densité racinaire dans l'interligne de localisation du compost et on augmente les rendements en huile essentielle de l'ordre de 2 fois par rapport à une monoculture.

Quand on installe une culture de "géranium" après deux ans de rotations incluant des apports de matière organique, l'augmentation des rendements en huile essentielle est de 1 fois par rapport à un itinéraire sans entretien organique et de 2 fois par rapport à une monoculture.

On obtient, avec des apports cumulés de M.O. et un chaulage à base d'amendement calco-magnésien, la restauration de la fertilité des andosols dégradés et érodés.

Sur les "reins" de sols décapés où apparaissent des taches de culture présentant un développement très réduit, on arrive en quelques cycles de culture à obtenir une fertilité correcte avec ces amendements. On retrouve une bonne homogénéité des champs.

Notons que sur sol dégradé, la technique traditionnelle est une culture en "pot" consistant à localiser dans le trou de plantation le compost et l'engrais ; cette technique favorise un développement préférentiel des racines dans ces zones enrichies (trous, sillons).

3.6. Conseils techniques pour la Réunion

Toutes les solutions consistant à apporter au sol des A.O. sont à développer.

L'utilisation du fumier de "géranium" est la solution traditionnelle et la plus facile d'emploi.

Le compostage en tas sur le champ des mauvaises herbes, de branches d'arbustes divers (acacia, galabert, ...) devrait être un des objectifs du développement (Fiche APR).

L'association culture-élevage (caprins, bovins) est à rechercher prioritairement dans ces zones. L'utilisation d'écumes et de gadoues pose le problème du coût du transport depuis les lieux de distribution.

La récupération des fientes des poulaillers industriels installés dans les Hauts est également possible pour la fabrication de composts.

Les contraintes à l'adoption de l'utilisation systématique d'A.O. dans les itinéraires techniques à base de "géranium" sont essentiellement des contraintes de main-d'œuvre et de transport. Si les produits de base sont généralement gratuits (même les écumes, les boues), les transports sont onéreux sur de longues distances et pénibles au niveau du champ.

L'utilisation des A.O. sur l'exploitation sera certainement liée au développement de la petite mécanisation permettant des transports faciles.

COMPOSTS ET BOUES DE STATION D'EPURATION

1. Compost de "géranium" (éléments totaux de la matière sèche) (1 échantillon moyen)

pH eau	MS %	MM %	C %	N %	C/N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Na %	SiO <sub>2</sub> %
8,4	27	23	29,3	3,61	8,1	0,97	2,63	6,51	1,28	0,19	1,22

Observations : Résultats d'analyses des fractions solubles, échangeables et (solubles + échangeables)

Fraction Elément	Soluble	Echangeable	% sol. + éch./total
K <sub>2</sub> O %	1,63	0,70	88,4
CaO %	0,81	0,82	25,1
MgO %	0,046	0,535	45,5
Na %	0,10	0,02	64,2

Pour 100 kg de produit sec, les apports sont de l'ordre de :

N	=	3 à 4,5 kg
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	=	0,3 à 1 kg
CaO	=	4 à 7 kg
MgO	=	0,3 à 2 kg
S	=	0,3 à 0,5 kg

2. Compost COROI : Magaline (éléments totaux de la matière sèche)

pH eau	MS %	MM %	C %	N %	C/N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Na %	SiO <sub>2</sub> %
7,9	61,9	51,8	15,3	1,22	12,5	1,56	1,57	3,01	2,29	1,05	16,0

Observations : Résultats d'analyses des fractions solubles, échangeables et (solubles + échangeables)

Fraction Elément	Soluble	Echangeable	% sol. + éch./total
K <sub>2</sub> O %	0,58	0,27	54,2
CaO %	0,092	0,78	29,1
MgO %	0,074	0,17	10,7
Na %	0,093	0,005	9,3

## FUMIERS ET LISIERS

### 1. Fumier de bovin (en % de la matière sèche) (1 échantillon moyen)

	N %	C %	C/N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	SiO <sub>2</sub> ppm
Eléments totaux	2,53	21,8	8,60	4,25	3,89	5,25	1,74	8,74
Solubles	-	-	-	-	3,15	0,22	0,33	-
Echangeables	-	-	-	-	0,33	0,63	0,55	-
Sol. + Ech	-	-	-	-	3,48	0,85	0,88	-
% sol./total	-	-	-	-	80,9	4,21	18,9	-
% sol. + éch./total	-	-	-	-	89,4	16,3	50,2	-

### 2. Lisier de bovin (éléments totaux en % (ppm) de la matière sèche) - Moyenne d'échantillons d'élevages de Saint-Pierre

pH eau	MS %	MM %	C %	N %	C/N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
6,0	23	21	42	1,92	22	1,94	0,45	3,63	0,73	14.140	1.030	1.300	37

Autres résultats

Nt = 226 g/m<sup>3</sup>  
N<sup>-</sup> NH<sub>4</sub> = 103 g<sup>3</sup>  
N org. de la matière sèche = 115 g/m<sup>3</sup>  
Matière sèche : 6,1 kg/m<sup>3</sup>.

### Lisier de la Plaine des Cafres (ferme DURIEUX)

(éléments totaux de la matière sèche) (moyenne de 12 analyses sur 1 an)

pH eau	MS %	MM %	N %	C %	N/C %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	Mg %
7,5	2,4	26,6	2,39	40,9	17,1	2,85	7,58	3,73	1,61

### 3. Fumier de poule (éléments totaux de la matière sèche) (élevage industriel)

pH eau	MS %	MM %	N %	C %	N/C %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	Mg %
7,1	56	18,5	2,29	34,5	15	3,53	1,98	3,70	0,83

Compost expérimental à partir de sciures et de boues de station d'épuration (Port/ONF)

pH <sub>eau</sub> eau	MS% %	Résist. %	N %	MO %	C/N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	No <sub>3</sub> ppm	NH ppm
5,9	61	817	0,8	31	22	0,71	0,27	0,88	1,18	85.500	1.600	340	84	1.900	97

## 4. Boues de station d'épuration (éléments totaux de la matière sèche)

	pH eau	MS %	MM %	C %	N %	C/N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
St-Denis Jamaïque	7,7	23	30	4,64	40	8,6	1,58	0,32	2,00	0,58	13.900	130	830	150
St-Pierre Hôpital de Terre Sainte	—	91	—	5,95	37	6,2	3,41	0,53	1,53	1,13	—	—	—	—
St-Pierre Balance	—	90	50	3,43	32,3	9,4	1,35	0,13	2,20	2,38	—	—	—	—
St-Paul	—	95	39	4,95	31,9	6,4	2,89	0,47	—	—	—	—	—	—
St-Gilles Hermitage	6,3	29	—	4,4	33	7,5	2,8	0,35	2,9	1,0	20.300	540	2.500	32

## 5. Ecumes (éléments totaux de la matière sèche) - Echantillon moyen

pH eau	MS %	MM %	C %	N %	C/N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
6,0	23	21	42	1,92	22	1,94	0,45	3,63	0,73	14.140	1.030	1.300	37

Autres résultats (ppm de matière sèche)

N - NH <sup>4+</sup>	N - NO <sup>3-</sup>	Cl- soluble	SO <sup>4</sup> soluble
1.800	5	654	825

## Références Bibliographiques

## AMENDEMENTS ORGANIQUES

IRAT, 1981. Analyse de fumiers de "géranium". Fiche d'essai IRAT N° 44/81.

RAT, 1984. Analyse de composts de "géranium". Fiche d'essai IRAT N° 15/84.

IRAT, 1987. Analyse de matériaux divers pour la fertilisation. Fiche d'essai IRAT N° 10/87.

MARIE X., 1991. Valorisation des boues résiduelles urbaines et des sciures par compostage et par mélanges terreux. Doc. ONF/Commune du Port/REUNION.

MICHELLON R., 1986. Stabilisation et maîtrise de systèmes de production à base de "géranium" - *In* Rapport IRAT-Réunion 1986 - pp. 155-161.

MICHELLON R., 1987. Amélioration des systèmes de culture à base de "géranium" - *In* Rapport IRAT-Réunion 1987 - pp. 75-90.

MICHELLON R., CHASTEL J.M., 1988. Recherche sur les systèmes de production agricole dans les Hauts de l'Ouest - *In* Rapport Annuel IRAT-Réunion 1988, Cinq années de recherches agronomiques 1984 - 1988 - pp. 97-111.

PY F., CLARIOND A., 1989. Influence de l'érosion et des techniques culturales sur les caractéristiques des andosols de La Réunion - ENSAT/IRAT - Mémoire DAA - 100 pages + Annexes.

CHABALIER P.F., 1989. Caractérisation des andosols de la Réunion - *In* Rapport IRAT-Réunion - pp. 13-22.

ROZIER, 1983. Techniques de production du fumier adaptées à la Réunion. Fiche N° 1 - Doc. IRAT.

# OUVRAGES A CONSULTER

RAUNET M., 1991. Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion - CIRAD - Région Réunion - 438 p.  
SOLTNER D., 1989. Les bases de la production végétale - 17<sup>e</sup> édition - Col. Sciences et techniques agricoles - Ch. 12 : les amendements humifères - pp. 295-330.  
Réussir son compost, 1988. Fiche doc. technique APR - 4 pages.

# AMENDEMENTS CALCAIRES

C. ALBERTELLI, 1987. Comparaison de tests de chaulage et étude des caractéristiques d'andosols acides à la Réunion. Mémoire ISTOM/CIRAD. Doc. Ronéo. IRAT.  
A. HAILE, 1982. Etude de l'effet d'amendements minéraux sur la réduction des pertes minérales par lixiviation dans quelques sols andiques par les colloïdes à charges variables. Doc. USTL-ENSA Montpellier.  
Anonyme, 1986. An expert system to determine lime requirements for soil of the humid tropics. Center for soil research. Bojor Indonésie. Univ. of Hawaiï and North Carolina State.  
Fiche d'essai IRAT N° 62, 1971. Doses croissantes de calcium sur "géranium" en vases de végétation.  
Fiche d'essai IRAT N° 48, 1974. Essai d'amendement calcaire sur "géranium". Colimaçons, 1972-1974.  
Fiche d'essai IRAT N° 47, 1975. Essai d'amendement calcaire sur "géranium" à Colimaçons, 1974-1975.  
BRENDA, BIERMANN, 1983. Increased geranium growth using pretransplant inoculation with a mycorrhizal fungus. Journal of Am. Soc. of Hort. Sci. Alexandria, 108 (6), 972-976.  
IRAT, 1972. Doses croissantes de calcium sur "géranium" en vases. Fiche d'essai IRAT N°62/72.

# FERTILISATION N-P-K

IRAT, 1973. Essai de fertilisation N du "géranium". Teneurs en éléments minéraux. Fiche d'essai N°1/73  
IRAT, 1973. Doses croissantes de K sur "géranium" en vase. Teneurs en éléments minéraux. Fiche d'essai IRAT N° 33/73.  
D.D.A., 1982. Culture du "géranium" : Tests de fumure et d'écartement à la station du Tampon. Info. Agricoles de la DDA, N° 5, Janvier 1982,9-22.  
FRITZ J., 1971. Etudes sur la fertilisation du "géranium" : apports d'azote en vases, apports du potassium en vases, observations sur la teneur en P du "géranium" cultivé en vases, essai de fertilisation N du "géranium" à Colimaçons. IRAT.

FRITZ J., 1973. Effet de la fertilisation azotée sur la production du "géranium rosat". Agro. Trop. XXXI, 4, 369-374.  
FRITZ J., 1973. Dynamique de l'azote minéral dans le sol en 2 situations à la Réunion. Doc. IRAT N° 81, 76 p.  
HAMIDI A. el, IBRAHIM, el GANGIHI, 1968. The effect of different fertilisers levels on growth and essential oil production of geranium grown in U.A.R. Nat. Res. Center of Fac. of Agric. Cairo Univ. Die Pharmacie N° 6, 1968, 334-335.  
WEISS E.A., 1967. Effects of nitrogen, phosphate and time of cutting on green material and oil yields from geranium in west Kenya. Exp. Agric. (1967), 3, 99-103, GB.  
LADARIA, 1968. Utilisation des oligo-éléments pour le "géranium rosat". Traduction revue russe - Moscou.  
PRAKASA RAO, SINGH, GANESHA RAO, 1986. Effect of nitrogen fertilizer on geranium, cowpea and Blackgram grown in sole cropping and intercropping systems. Intern. J. Trop. Agri., vol. IV, N° 4, 341-345.  
BRENDA, J. BIERMAN, R.J. LINDERMAN, 1983. Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and growth response to VAM. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 (6), 962-971.  
SWEATL M.R., F. DAVIES, 198. Mycorrhizae, water relations, growth and nutrient uptake of geranium grow under moderately regime phosphorus regimes. J. Ame. Soc. Hort. Sci. 109 (2), 210-213.  
NARAYANA M.R., T.R. MANJANATHA, T.S. RAJAMANI, 1967. Response to geranium to nitrogen. P. et E.O.R. April 67, 216-218.  
GARIN P., 1983. Etude des itinéraires techniques rencontrés dans les systèmes d'exploitations à base "géranium" dans les Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion. Possibilités d'appropriation des innovations techniques par les agriculteurs. CNEARC-ENSSAA-IRAT. Mémoire de fin d'études, 119 p. + Annexes.  
GARIN P., 1987. Systèmes de culture et itinéraires techniques dans les exploitations à base "géranium" dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion. L'Agro. Trop., 42-4, 289-300.  
CHECKOURI I., 1990. Appréciation du pouvoir minéralisateur des sols réunionnais par différentes méthodes chimiques et biologiques. Doc. Maîtrise Chimie-Biologie - Univ. Perpignan/IRAT-CIRAD - 40 p. + Annexes.  
DE VILLELE A., 1897. Nécessité de l'analyse du sol - Revue Agricole - p. 265-271.  
E. DANTES, 1899. Le "géranium" - Revue Agricole - pp. 458-460.





Le cultivar "Rosé" de "géranium rosat".  
Aquarelle originale (34x47 cm, 1990). Ellaphie Ward-Hillhorst





2 • Système de culture traditionnel.  
Après défriche d'acacias. (1988)  
*F.-E. Demarne*



3 • Paysage de la "zone géranium".  
(La Saline-les-Hauts, 1988)  
*A. Hebert*



4 • Exemple d'itinéraire technique modernisé.  
Plantation en ligne, densité de 50 000 pieds/ha,  
rendement escompté 80kg/ha.  
(1990) *F. Arnold*





5 • Terrain sans protection contre l'érosion.  
Le "géranium" a été installé sur un terrain trop pentu et sans barrière antiérosive ;  
la fertilité et le sol lui-même sont menacés. (Petite-Ile, 1990) A. Hebert

6 • Barrières antiérosives.  
Des moyens simples (andains réalisés en courbes de niveaux) permettent de protéger  
efficacement les sols contre les effets du ruissellement. (La Saline-les-Hauts, 1989) A. Hebert





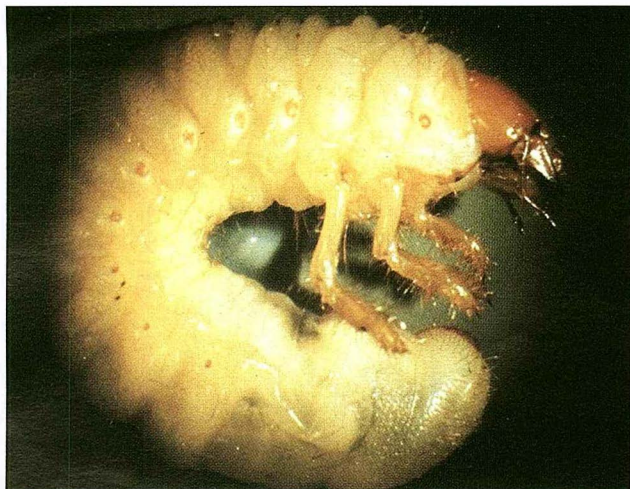


7 • Plantation en ligne.  
Des jeunes agriculteurs en formation plantent une parcelle.  
(La Saline-les-Hauts, 1987) A. Hebert

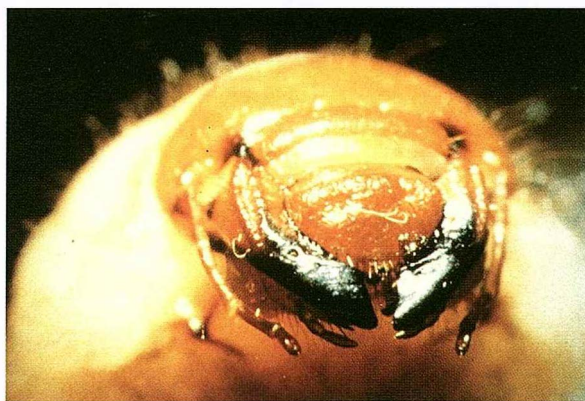
8 • Pépinière de bouture.  
Cette technique novatrice améliore la reprise à la plantation et assure la disponibilité  
des boutures même en cas d'aléa climatique. (Petite-France, 1992) F.É. Demarne







9 • Larve du "ver blanc" (*Hoplochelus marginalis* Fairmaire).  
Stade L<sub>3</sub> : les dégâts causés par l'insecte à ce stade de son développement sont importants. (1983) L. Collet



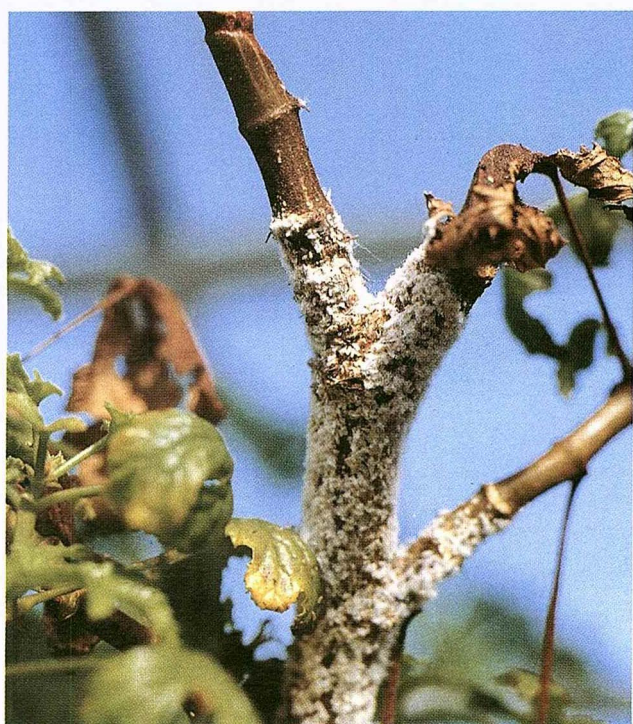
10 • Larve du "ver blanc".  
Pièces buccales. (1983) L. Collet



11 • *Cratopus*.  
Ce prédateur occasionne des dégâts importants aux feuilles. (1992) F.E. Demarne



12 • Aleurode.  
Ce parasite répandu n'occasionne que des dégâts secondaires. (1992) D. Vincenot



14 • Chenille de *Lobesia* (*Lobesia*) *vanillana*  
(Lépid., Tortricidae), sur feuilles de "géranium".  
(1991) D. Vincenot

13 • Cochenilles.  
Parasite occasionnel qui peut provoquer des dégâts importants en cas de pullulation. (Colimaçons, 1985) F.E. Demarne



15 • Antrachnose ("rouille" du "géranium").  
Aspect "brûlé" du feuillage atteint. (1987) *P. Mangold*



16 • Armillaire (Pourridié).  
Palmettes blanches sous l'écorce. (1985) *F.E. Demarne*

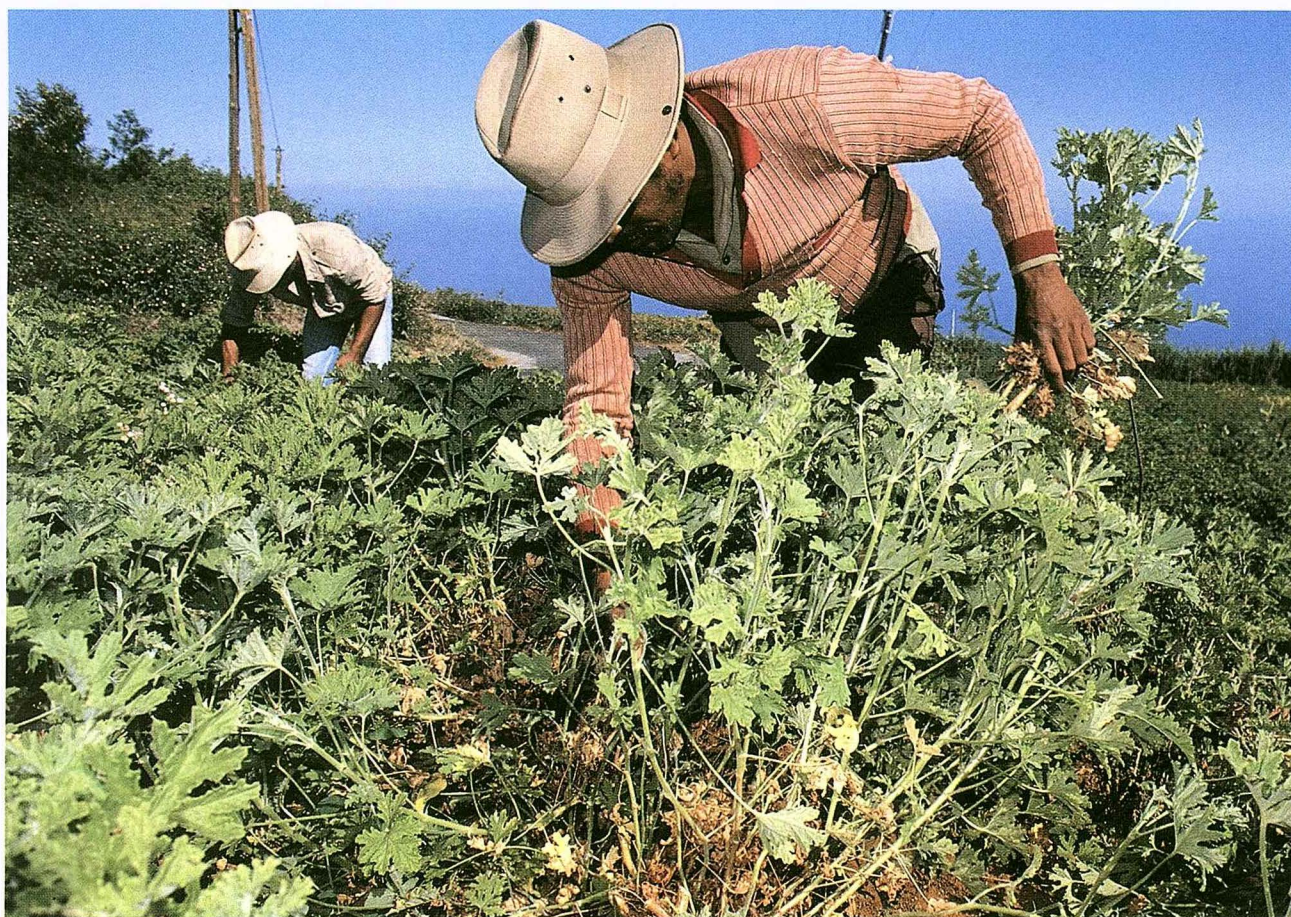


17 • *Rosellinia* (Pourridié).  
Voile mycélien extérieur au collet. (1987) *C. Fabrègue*



18 • Flétrissement bactérien.  
Test du verre d'eau : les filaments blanchâtres  
s'échappant dans l'eau mettent en évidence la  
présence de bactéries dans le pied de "géranium".  
(1987) *Chambre d'Agriculture*





19 • Récolte manuelle.  
(La Saline-les-Hauts, 1989) *Th. Hoarau*

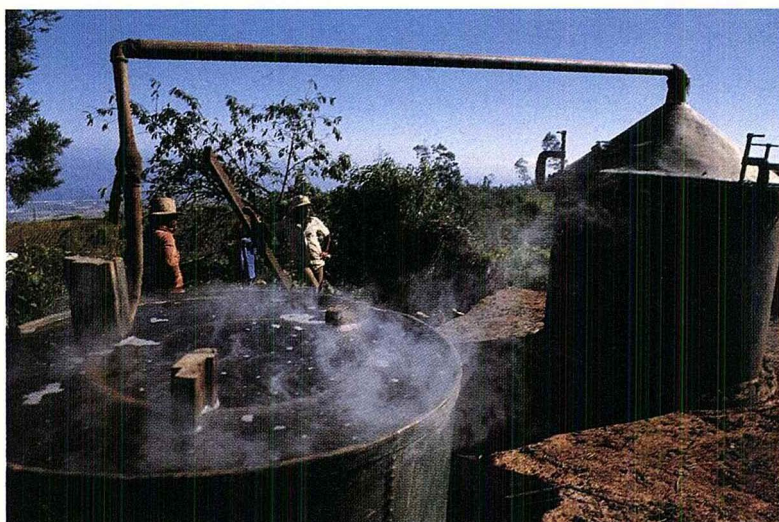
20 • Récolte mécanique.  
Prototype de petite récolteuse automotrice mise au point par le CIRAD.  
(La Saline-les-Hauts, 1989) *Th. Hoarau*



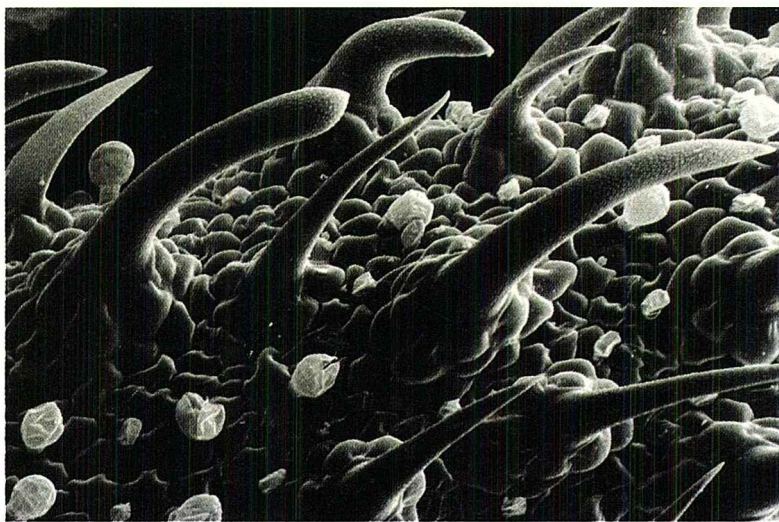




21 • Distillerie traditionnelle.  
Réserve d'eau, chauffe de l'alambic  
directe au feu de bois, et compostage  
naturel des résidus de distillation.  
(La Saline-les-Hauts, 1984) APR



22 • Alambic.  
Au premier plan, le réfrigérant et  
le serpentin ; au second plan, la cucurbite.  
(La Saline-les-Hauts, 1989) Th. Hoarau



23 • Poils sécréteurs et tecteurs.  
Image en microscopie électronique à  
balayage de l'épiderme d'une feuille  
de "géranium".  
(1989) Université de Stellenbosh-RSA



# LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

Laurence Trémel

---

Il est important de lutter contre l'envahissement par les mauvaises herbes, concurrentielles du "géranium rosat".

Non contrôlées, elles étouffent les jeunes boutures qui reprennent mal et s'étoffent moins. Elles limitent la croissance et le taux de ramification des repousses ce qui induit une diminution du rendement. Elles peuvent également gêner les traitements contre les maladies et les ravageurs ainsi que la coupe.

Le désherbage est encore souvent réalisé manuellement. Même en cas de recours aux herbicides, le rang reste à nettoyer. C'est donc une charge de main-d'œuvre conséquente : sur 105 à 250 jours-homme/ha/an de temps de travaux, de 60 à 125 jours sont consacrés au sarclage. La marge de progrès est donc importante à ce niveau.

La lutte contre les mauvaises herbes met en œuvre soit des herbicides, soit des techniques et rotations culturales, ou la combinaison de ces méthodes.

## 1 - LES MAUVAISES HERBES

Une plante, même si elle est habituellement cultivée ou "bienfaisante" devient une mauvaise herbe ou adventice, dès qu'elle n'est pas désirée là où elle est. Car elle exerce une concurrence vis-à-vis de la culture pour l'eau, les éléments nutritifs et la lumière. Certaines libèrent des substances phytotoxiques (Cypéracées).

A la Réunion, les adventices portent un ou parfois plusieurs noms locaux selon la région. De nombreuses familles sont représentées : Cypé-

cées, Crucifères, Ombellifères, etc. Lorsque les adventices ont une parenté avec la culture qui appartient dans le cas présent aux dicotylédones (famille des Géraniacées), le désherbage chimique est plus délicat.

En effet, les produits sont rarement spécifiques d'une famille. Leur efficacité porte sur les dicotylédones ou les monocotylédones, les plantes annuelles ou les vivaces.

Les dicotylédones ont généralement des feuilles larges, des nervures non parallèles, deux cotylédons à la levée...

Parmi les monocotylédones on trouve : les Graminées (ou Poacées) comme les chiendents, à feuilles longues, étroites, et nervures parallèles, à tige creuse ; les Cypéracées, comme l'"oumine", dont la tige est en général pleine, triangulaire et les fleurs plus simples que les Graminées ; les Liliacées comme le glaïeul marron.

Les plantes annuelles (ex : *Bidens pilosa*) germent, donnent des fleurs et des fruits en un an. Leur cycle végétatif est rapide et la longévité souvent courte. Elles sont bien adaptées aux zones sèches. Elles ont souvent une grande capacité de reproduction par graines.

Les adventices vivaces subsistent plusieurs années, grâce à des rhizomes (chiendent), des stolons, des bulbes ("oumine" = *Cyperus rotundus*), ou leur souche ligneuse (Bringellier marron).

Dans une culture "basse" comme le "géranium rosat", les mauvaises herbes maintiennent une humidité importante au niveau du feuillage, qui peut être favorable au développement de certaines maladies.

## 2 - LES HERBICIDES

Les quelques définitions non exhaustives ci-dessous ne sont pas spécifiques des herbicides conseillables sur "géranium rosat". Cependant, chaque cas cas exposé s'applique à au moins un des produits cités plus loin dans le texte.

### 2.1 Modes d'action

Les herbicides ont plusieurs cibles physiologiques. Ils peuvent détruire des membranes biologiques, bloquer la photosynthèse, perturber la croissance, stopper la division cellulaire ...

Dans la pratique, on classe plus volontiers les herbicides en fonction de leur période ou de leur mode d'application, étroitement liés à leur voie de pénétration dans la plante.

- Les herbicides de contact tuent les cellules qu'ils atteignent et ne sont pas transportés dans la plante. Les nécroses sont rapidement visibles.

On les applique en général sur le feuillage en postlevée des adventices à un stade jeune. Ils sont inefficaces sur les vivaces.

Quelques-uns sont appliqués au sol, et agissent par contact sur les tigelles lorsqu'elles traversent la couche herbicide.

La pulvérisation doit être fine et couvrante (1 goutte = 1 brûlure).

- Les herbicides systémiques à absorption foliaire agissent mieux sur les adventices développées mais jeunes, par "temps poussant", favorable à la croissance active des plantes.

- Les herbicides systémiques à absorption racinaire et de germination doivent pénétrer par des organes souterrains : graine, tigelle, racines.

Les premiers sont essentiellement de prélevée de la mauvaise herbe, en général assez persistants, souvent peu ou pas efficaces sur vivaces. Il faut les appliquer sur sol humide. On augmente les doses en sol argileux ou ayant plus de 3% de matière organique. On diminue les doses en sol sableux ou battant. Il faut traiter à basse pression avec de grosses gouttelettes.

Les herbicides de germination sont très souvent volatils, ils exigent une incorporation. Ils sont moins sensibles à l'humidité du sol et à sa teneur en argile ou MO.

### 2.2 Sélectivité - résistance

Lorsque qu'un herbicide agit en ména-

geant la culture, on dit qu'il est sélectif. Lorsqu'il devient inefficace sur une mauvaise herbe, celle-ci a acquis une résistance.

On distingue différents types de sélectivité :

- anatomique : les herbicides de contact sont inefficaces sur les plantes pérennes ou annuelles dont les organes de croissance sont protégés (ex : méristème terminal des graminées) ou très développés et riches en réserves (rhizome souterrain) ;

- physiologique : lorsque la plante arrête chimiquement l'herbicide, qu'elle le transforme en composé non toxique ou quand l'herbicide est beaucoup plus mobile dans la plante cultivée que dans l'adventice, il n'a pas le temps d'agir sur les zones qu'il pourrait léser ;

- de position : par séparation entre l'herbicide et la culture soit dans le temps, soit dans l'espace. Concrètement, elle se manifeste par la différence entre la dose maximale admissible par la culture et la dose suffisante pour désherber cette culture. En général c'est un facteur voisin de 10, sauf pour l'atrazine où il est de 1 000.

### 2.3 Facteurs à prendre en compte dans la lutte chimique

La composition du sol joue un rôle dans les phénomènes d'adsorption (liaison) sur le complexe argilo-humique et de désorption (relargage), cette dernière étant la base de l'efficacité et de la durée de vie du produit dans le milieu.

Certaines qualités du produit interviennent. Un produit appliqué sur le sol doit être très soluble dans l'eau, car le produit ne peut être absorbé par la plante qu'en solution aqueuse.

Les herbicides systémiques à pénétration foliaire doivent avoir une bonne affinité avec la cuticule des feuilles. Elle est meilleure pour les produits naturellement "huileux" (esters de phytohormones) ou par ajout d'huile. Mais dans ce cas, l'herbicide est aussi plus agressif sur la culture. Il faut proscrire les applications d'herbicide après un traitement avec un insecticide émulsionnable ou tout produit huileux. On a observé sur coton que le diuron perdait sa sélectivité en présence d'insecticide organophosphoré.

La pulvérisation se fait en général avec un volume d'eau de 200 à 300 l/ha. Il faut obtenir plus de gouttes d'eau par cm<sup>2</sup> pour un herbicide de contact que pour un produit mis sur le sol en pré- ou postlevée des adventices et un systémique à absorption foliaire.

Une météorologie favorable à l'activité physiologique de la plante augmente l'efficacité herbicide. On ne doit pas traiter pendant les heures chaudes. Le vent est à craindre surtout avec des herbicides de germination souvent volatils. Les fortes pluies peuvent lessiver un produit de contact après traitement.

Enfin, les adventices jeunes ayant une cuticule moins épaisse sont plus sensibles aux herbicides. De même le "géranium" est plus vulnérable à la plantation, et lorsqu'il est carencé ou malade.

### 3 - METHODES DE LUTTE

#### 3.1 Moyens cultureux

La rotation mettant en œuvre des cultures sarclées ne diminue pas la flore adventice. Elle n'a d'intérêt qu'avec des plantes très couvrantes comme la patate douce ..., qui étouffe les mauvaises herbes et laissera un sol plus "propre".

La "gratte" est souvent considérée et employée à tort comme technique de lutte contre les mauvaises herbes. En fait, elle est à proscrire.

Trop souvent intensive, elle assèche le sol, le déstructure, entraîne souvent une forte érosion, et conduit à une modification de la flore en favorisant les plantes vivaces (*Phalaris*, *Oxalis*, *Cyperus*...). Elle ne réduit donc pas à moyen terme l'infestation d'adventices. On ne remarque rapidement plus de différence entre une parcelle dont la terre est remuée puis reçoit de l'herbicide et une parcelle avec herbicide seul et sarclage.

#### 3.2 Lutte chimique

Cette méthode suppose que le "géranium" soit planté en ligne. Elle présente l'avantage de ne pas prédisposer le sol sensible à l'érosion.

Le désherbage chimique permet surtout de diviser le temps de travail par 4 (Michellon, 1987).

##### *Epoque d'intervention*

La période critique est celle de la saison des pluies, de novembre à avril. Il est préférable d'intervenir après une coupe, qui libère l'espace entre rangs, le rendant plus accessible aux produits en limitant les risques de toucher les feuilles du "géranium". La coupe favorise le redémarrage des adventices en exposant l'inter-rang à la lumière.

Il apparaît aussi clairement qu'un désherbage conduit à la plantation et, dans le cas où elle se fait en sol nu, avec des herbicides de pré-lévée, permet une meilleure reprise au "géranium". Celui-ci se développe vite et forme un plant plus vigoureux que s'il est concurrencé dès le départ.

##### *"Géranium" seul*

On peut préparer le sol avant la plantation, par une application de paraquat (800 g de matière active-ma-/ha) ou de glyphosate (ex : ROUND UP) associé à un mouillant. Il faut laisser passer 8 à 10 jours après l'application de glyphosate avant d'implanter toute culture.

En cours de culture, le paraquat peut être appliqué en traitement dirigé avec un cache, soit sur mauvaises herbes bien développées à 400 g/ha, soit à 200 g/ha avant la floraison. On associera un mouillant qui augmente l'efficacité du contact. De même, le glyphosate (à 360 g ma/ha) avec un surfactant est applicable dans l'inter-rang. On préconise la demi-dose en utilisation combinée avec l'azote.

Les produits à base de paraquat sont limités à 100 g/l ou 40 g/l depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1990.

Deux autres produits se sont révélés utilisables dans l'inter-rang avec un cache :

- en saison sèche pour éviter le lessivage et donc les risques de phytotoxicité : l'atrazine à 1 250 g/ha, sur sol propre en pré-lévée des mauvaises herbes,
- en saison humide, mais pas en période de forte pluie, le diuron à 2 000 g de ma/ha.

Ces deux produits ne doivent pas être appliqués à des doses supérieures à celles indiquées, sous peine de phytotoxicité sur le "géranium". Le diuron a une durée d'efficacité de 1,5 à 2 mois, et l'atrazine de 2,5 mois (Garin et al., 1986).

L'association d'atrazine (600 g ma/ha) et de paraquat (400 g/ha) à appliquer également en hiver, est efficace sur jeune plantain (Michellon et al., 1986).

L'association diuron et paraquat (40 g ma/ha) a donné de bons résultats en été avec cependant une résistance du plantain, de l'herbe ruban, d'*Oxalis* -"trèfle". Là encore, les risques de phytotoxicité sont élevés si une forte pluie survient tôt après le traitement.

Schématiquement, les interventions seront les suivantes :

MI-OCT - NOV	FIN MARS	AVRIL - MAI	JUILLET - AOUT - SEPT.
<paraquat/diuron> < "gratte ">< atrazine/paraquat > <.....rien.....> douce"			

3.2.3 Associations "géranium" - intercalaire

Très peu des références connues sont encore utilisables pour les associations du "géranium" avec le haricot, la pomme de terre ou la tomate.

Dans l'association avec le haricot, la butraline (AMEX 820) a été testée et est à proscrire car elle colore l'essence en jaune.

Quelques autres produits expérimentés ne sont plus commercialisés (PHENOTAN, ARE-SIN COMBI ...).

Dans l'association "géranium" + maïs, on pouvait mettre de l'atrazine sur semis précoce à la dose de 1 250 g/ha, avec une dose allant jusqu'à 2 500 g/ha selon la teneur en M.O. (Michellon, 1987). Mais l'autorisation d'emploi a été retirée sur le maïs en juillet 1990.

Sur pomme de terre intercalaire, on peut employer du linuron au buttage (à 1 000 g/ha), avec une durée d'efficacité de 2 à 3 mois, ou après buttage et avant la levée des adventices, la métribuzine (350 à 700 g/ha) qui est assez efficace sur ravenelle (Garin et al., 1986).

L'inconvénient de la métribuzine est sa mauvaise conservation dans le temps avant emploi, et les risques de phytotoxicité encourus par les cultures de haricot ou chou-fleur suivantes (CTIFL, 1986).

Le SENCORAL (métribuzine) convient avec les variétés de pomme de terre CLAUSTAR et SPUNTA qui sont pas ou peu sensibles, mais il présenterait des risques avec d'autres variétés.

Les caractéristiques des produits cités sont indiquées dans le tableau 1.

Matériel

Les traitements herbicides doivent être réalisés avec un pulvérisateur à pression entretenue, équipé d'une buse à fente ou à miroir donnant un jet plat.

Il existe différentes sortes de buses à miroir permettant, à une hauteur définie, de traiter une largeur connue donc de s'adapter à l'interrang. En particulier, on trouve facilement dans le commerce des buses en plastique rouge, jaune ou bleu, peu onéreuses qui s'adaptent à différents pulvérisateurs.

Pour les traitements avec les herbicides non sélectifs, il est impératif d'utiliser un cache protecteur.

Le volume d'eau peut aller de 200 à 500 l/ha en fonction de l'envahissement des mauvaises herbes et du type d'herbicide.

Tableau 1 : Caractéristiques des produits cités

matière active PRODUIT	TENEUR	MODE D'ACTION	SPECTRE D'ACTIVITE	EMPLOI
atrazine GESAPRIME	500 g/l	absorbé par les racines et en partie par les feuilles	dicotylédones et Graminées	en pré-levée ou au stade plantule des adventices
diuron  KARMEX	80 %	pénètre par les racines des plantules. Agit lors de la germination . Hydrolysé en conditions très acides	dicotylédones et Graminées	en pré-levée ou maximum au stade plantule des adventices
glyphosate ROUNDUP ROUNDUP GT	360 g/l 400 g/l	système descendante absorbé par les feuilles	annuelles et vivaces, dicot. et Graminées surtout chiendent et liseron vivaces	laisser le produit agir 7 jours sur vivaces. Utiliser avec un adjuvant ou un mouillant
métribuzine SENCORAL		absorbé par les racines et les feuilles	dicotylédones et Graminées	applicable qqes jours après buttage des pommes de terre, avant levée des adventices
paraquat R-BIX CALLIQUAT	100g/l 40 g/l	contact	dicotylédones et Graminées. Absorbé en 1h non sélectif du "géranium"	ne pas traiter en dessous de 150l/ha de bouillie utiliser avec un mouillant

## 4 - PERSPECTIVES D'AVENIR

### 4.1 Lacunes à combler

De nombreux produits nouveaux méritent d'être testés quant à leur sélectivité sur le "géranium", en particulier ceux qui sont autorisés sur les cultures intercalaires les plus pratiquées et les produits spécifiquement anti-Graminées. Ces derniers seraient à associer avec des produits à spectre plus large.

Des produits de postlevée des mauvaises herbes sont à trouver, ainsi que des produits totalement sélectifs du "géranium" pour permettre le désherbage sur le rang qui n'est pas résolu.

Les herbicides de pré-levée des mauvaises herbes ou sélectifs des cultures associées sont encore très peu employés, les agriculteurs s'en méfient. Ils nécessitent un sol propre. Or ceci va à l'encontre d'une autre technique à approfondir : celle de la couverture totale maîtrisée chimiquement.

### 4.2 Couverture totale

L'enherbement permanent mais contrôlé, avec des plantes autres que les adventices spontanées ou non, pourrait être une voie d'avenir, en diminuant considérablement l'érosion (*se reporter à la partie "systèmes de culture"*).

#### Références bibliographiques

- ACTA, 86 à 88. Index phytosanitaire 1986, 1987, 1988.  
CTIFL, 1986. Mémento désherbage des légumes et petits fruits. CTIFL, Paris, 333 p.  
DEUSE J., LAVABRE E.M. 1979. Le désherbage des cultures sous les tropiques. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris. 312 p.  
DIDELOT D., GARIN P., MICHELLON R., 1985. Essai herbicide dans l'association "géranium" + haricot. IRAT-REUNION, fiche d'essai n° 28, 5 P. + annexes.  
GARIN P., HEBERT A., MICHELLON R., 1986. Observations sur les adventices, effectuées dans le cadre de la Recherche-Développement menée dans les Hauts de l'Ouest. IRAT-REUNION, 13 p. + annexes.  
GRAVAUD A., ROURA A., BÉDIER A., 1975. Désherbage du "géranium rosat". SPV-REUNION, Expérimentation 1975, 13 p.  
GRAVAUD A., ROURA A., BÉDIER A., 1976. Désherbage du "géranium rosat". SPV-REUNION, Expérimentation 1976, 13 p.  
MICHELLON R., BABUT JP., 1988. Les cultures vivrières dans les systèmes de production des Hauts de l'Ouest. IRAT-REUNION, Journée d'information sur les cultures vivrières, avril 88. 20 p.  
MICHELLON R., 1987. Amélioration des systèmes de culture à base de "Géranium". IRAT-REUNION, Journée d'information sur le géranium, 21 p.  
MICHELLON R., HEBERT A., GARIN P., 1986. Tests par les agriculteurs de nouvelles techniques de culture du "géranium rosat" dans les Hauts de l'Ouest. IRAT-REUNION, fiche d'essai n°24, 16 p.  
NICOLET S., 1987. Essais de désherbage sur le "géranium rosat". SPV, rapport de stage, 15 p.  
SERVICE DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX, 1976. Bilan expérimentation 1976. SPV-REUNION, 7 p.  
SERVICE DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX, 1987. Rapport général d'activité : Bilan 1987 - Programme 1988. p 42-43.  
SUAD, 1986. Lutte contre les adventices dans la zone à "géranium" dans les Hauts de l'Ouest. SUAD Trois-Bassins, Compte rendu de la journée de formation du 9 avril 1986, 4 p.





# LES MALADIES

Nicole Sinaretty - Laurence Trémel

De toutes les maladies attaquant le "géranium rosat", l'anthracnose est considérée comme la plus préjudiciable économiquement.

On ne peut cependant pas sous-estimer les cas de dépérissement dus à des pourridiés, ni ceux de flétrissement bactérien. Le tableau 1 rassemble les maladies actuellement recensées à la Réunion.

## 1 - ANTHRACNOSE ET AUTRES MALADIES FOLIAIRES

### 1.1 Symptômes et agent de l'anthracnose

L'anthracnose du "géranium rosat" est localement appelée "rouille". Ce terme est impropre puisqu'il est habituellement réservé aux Urédinées. Néanmoins, il évoque bien l'aspect général

Tableau 1 : Maladies recensées sur "géranium rosat" à la Réunion

	GROUPE ou CLASSE	ORDRE	FAMILLE	GENRE ESPECE	NOM COMMUN
Maladies foliaires (champignons)	Adélomycètes Adélomycètes Adélomycètes Adélomycètes	Coelomycètes Moniliales Sphaeropsidales Moniliales	Mélanconiales Moniliacées Sphaerioïdacées Dématiacées	<i>Colletotrichum sp.</i> <i>Botrytis sp.</i> <i>Septoria sp.</i> <i>Cercospora sp.</i>	Anthracnose  Septoriose Cercosporiose
Dépérissements (champignons)	Basidiomycètes Ascomycètes Adélomycètes Siphomycètes Adélomycètes	Agaricales Sphaeriales Sphaeropsidales Péronosporales Moniliales	Tricholomacées Sphaeriacées Sphaerioïdacées Pythiacées Tuberculariacées	<i>Armillaria heimii</i> <i>Rosellinia sp.</i> <i>Phomopsis sp.</i> <i>Pythium sp.</i> <i>Fusarium sp.</i>	Pourridié Pourridié
Flétrissement bactérien (bactérie)	gram - non fluorescent	Aérobic stricte	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Flétrissement bactérien

D'après Baconnier (1988), Oudard (1986), Taye (1987), et les comm. personnelles de Guillaumin et Cassini R. (INRA), Fabrègue et Sinaretty (SPV-Réunion)

"brûlé" des parcelles atteintes, quand le feuillage prend une coloration brun-rouge (*Photo n° 15*).

Les symptômes s'expriment surtout au niveau des bourgeons et des jeunes feuilles, sur le limbe et parfois le pétiole, sous forme de taches brun-gris, claires au centre et plus ou moins circulaires. De petite dimension au départ (3 mm), elles peuvent confluer et finalement la feuille se déchire ou se dessèche.

L'agent pathogène est un champignon spécifique du "géranium rosat". Les symptômes observés au champ révèlent la forme asexuée, *Colletotrichum sp.* L'observation au microscope du mycélium et des spores disséminatrices permet de confirmer le diagnostic visuel.

La forme sexuée *Glomerella vanillae* (Zimm.) Petch. et Rag. var. *Pelargonii* Bouriquet n'a été obtenue qu'en cultivant le champignon au laboratoire.

## 1.2 Epidémiologie de l'antracnose

On ne connaît pas le mode de conservation du champignon pendant la saison hivernale, ni la durée des cycles infectieux.

Toutefois, des essais de contamination artificielle en saison fraîche, en serre à 50 m d'altitude et au champ à 740 m, ont montré que les symptômes apparaissent 15 jours après la contamination, en condition d'humidité élevée. Au champ, les plants adjacents non contaminés au départ ont extériorisé la maladie un mois et demi plus tard, à la suite probablement de contaminations secondaires.

La maladie apparaît généralement au début de la saison cyclonique (fin novembre ou début décembre) lorsque le climat devient très humide et chaud, et elle sévit durant toute la saison des pluies jusqu'à fin avril. Le facteur déterminant semble être la pluie et/ou l'humidité.

L'infestation du champ est plus ou moins rapide. L'extension des foyers d'antracnose est particulièrement favorisée par les averses importantes, les pluies fréquentes et les cyclones.

On observe également de fortes attaques lorsque les feuilles sont dévorées par le "taon" (*Craetopus*) ou les chenilles. Les plaies provoquées par les ravageurs sont des portes d'entrée du champignon.

D'autres facteurs pourraient avoir une incidence, ainsi la densité et l'enherbement en relation avec l'humidité d'une part et les projections de "terre contaminante" d'autre part (Danflous, 1987), mais cela n'a jamais été clairement démontré.

## 1.3 Lutte contre l'antracnose

La lutte doit intervenir pendant la saison de sensibilité à la maladie, de fin novembre à mars-avril. Les premiers traitements sont déclenchés par le retour des pluies, sans attendre que la maladie ne s'installe.

Cela ne dispense pas de surveiller l'éventuelle apparition des premières taches.

*L'assurance "CCP": Coupe - Captane - Prévention*

Depuis 1959, le captane a prouvé son efficacité contre l'antracnose. On lui reconnaît de plus un effet stimulateur sur la végétation

Son action est essentiellement préventive. Il ne permet pas de stopper une attaque généralisée. Il faut donc l'appliquer avant que les symptômes n'apparaissent, sinon dès les premières taches.

Toutefois, si une attaque est déjà déclarée, une bonne coupe suivie d'un traitement fongicide (captane) est le premier moyen d'abaisser le taux d'inoculum primaire.

L'inconvénient majeur de ce produit est sa grande sensibilité au lessivage. Produit de contact, il est positionné à la surface des feuilles et ne pénètre pas. On améliore son adhérence sur le feuillage par l'addition de mouillant (*Tableau 2*). C'est "l'effet colle" reconnu par les agriculteurs.

En règle générale, on évalue le seuil moyen de lessivage des fongicides à 50 mm de pluie. Néanmoins, même en dessous de ce seuil, il faut renouveler le traitement tous les 12 à 15 jours.

En effet, d'une part la lumière dégrade aussi les produits, et d'autre part il faut protéger les bourgeons et feuilles nouvellement formés.

En saison des pluies, il est difficile d'intervenir sur un feuillage sec. Mieux vaut alors la faire juste après une grosse pluie sur le feuillage encore humide que de reporter indéfiniment un traitement pour attendre des conditions optimales.

Le choix du matériel est important. Bien que plus cher à l'achat, l'atomiseur est préférable au pulvérisateur car :

- il nécessite un plus faible volume d'eau à l'hectare,
- il couvre une plus grande surface à la fois, ce qui réduit le temps de travail,
- le produit pénètre mieux dans la masse foliaire, il se répartit mieux avec des gouttelettes plus fines qui ruissellent moins.

Tableau 2 : Modalités pratiques de lutte contre l'anthraxose

* Matière active	* Captane
* Produit commercial à 83 %	* UGECAP 83, CAPTANOL 83 ..
* Dose de produit commercial	* 2 kg/ha
* Calcul de la dose	* Champ de surface S, et N = nbre d'appareils pour traiter S Qté de produit/appareil pour traiter S = (dose/ha * S)/(10 000 *N)
* Addition de mouillant	* Ex: CITOWETT, 25 ml pour 100 l
* Dates, fréquence de traitement	* Seuil de 50 mm de pluie atteint ou dépassé En dessous du seuil, respect d'un intervalle maximum de 12-15 jours Après un cyclone, traitements rapprochés de quelques jours
* Matériel	* De préférence atomiseur Sinon ... Pulvérisateur à pression entretenue équipé de buses à turbulence
* Volume de bouillie	* 150 à 300 l/ha (1 ha = 400 gaulettes <sup>2</sup> )

#### *Autres produits expérimentés contre l'anthraxose*

Depuis 1986, 21 matières actives seules ou en association ont été testées par le SPV au champ, *in vitro*, ou sur boutures, en conditions de contamination naturelle ou artificielle.

Les produits qui ont eu le meilleur comportement sont :

- prochloraze (SPORTAK 45, fongicide pénétrant) régulièrement comparable ou meilleur que le captane,
- tébuconazole (HORIZON),
- fenpropimorphe (CORBEL),
- flusilazol (NUSTAR),
- et carbendazime (BAVISTINE, produit systémique à large spectre).

En 1990, le prochloraze et l'association de prochloraze et de carbendazime ont été très efficaces en condition de forte pression d'anthraxose. Ils sont porteurs d'avenir.

Nous disposons de quelques indications concernant la phytotoxicité. Le mélange de carbendazime et de chlorothalonil (CERECLAIR) respecte bien le "géranium rosat", aux doses N - normale -, 2N et 5N (N=0,1 l de PC /hl). Le prochloraze (SPORTAK ) et le captane (CAPTANOL) ne sont phytotoxiques qu'à des doses supérieures à 5 fois la normale (SPORTAK : N=0,1 l/lh ; CAPTANOL : N=0,2 kg/hl). Par contre le tébuconazole (HORIZON) a provoqué un rabougrissement du feuillage quelle que soit

la dose (N=0,1 l/hl), et il devra être encore étudié par sécurité.

#### *Recherche de résidus*

L'utilisation de l'huile essentielle de "géranium" en parfumerie, cosmétologie ou pharmacie, de façon très diluée, ne peut dispenser de vérifier que les produits ne se retrouvent pas dans l'essence.

Des analyses ont été effectuées sur de l'essence de "géranium" traitée 1, 2 ou 3 semaines avant la coupe avec du prochloraze (SPORTAK 45, 1 l/ha), du captane (CAPTANOL 83, 2 kg/ha), du tébuconazole (HORIZON, 1 l/ha), et l'association prochloraze + fenpropimorphe (MAGIC, 1,5 l/ha).

Lorsque les traitements sont effectués plus de 2 semaines avant la coupe, les résidus de produits sont inférieurs au seuil décelable en laboratoire (0,05 mg/kg d'essence).

#### *Perspectives d'avenir*

Les rumeurs sur la disparition du captane ne semblent pas fondées.

Il est néanmoins indispensable de mener jusqu'au bout les travaux ou les efforts engagés pour faire autoriser des produits systémiques. C'est le moyen le plus simple de pallier les risques de lessivage des traitements pendant la période de sévérité de la maladie.

Enfin, l'épidémiologie doit être soigneusement établie, afin de tendre vers une méthode

prévisionnelle des risques, telle qu'il en existe pour la tavelure des arbres fruitiers. En particulier, la phase de conservation étant connue et surveillée, on pourrait éviter ou limiter les contaminations primaires.

#### 1.4 Autres maladies foliaires

Trois autres champignons ont été jusqu'alors isolés à la Réunion à partir de taches foliaires observées pendant l'hiver austral.

Le *Botrytis* est relativement fréquent en conditions humides et fraîches (optimum thermique de 15 à 20 °C) et souvent négligé. On le reconnaît à de larges plages brun-clair se développant en forme de V, très souvent à partir du bord du limbe. Les produits classiques RONI-LAN (vinchlozoline), ROVRAL (iprodione) ou SUMISCLEX (procymidone) sont efficaces aux doses homologuées.

Une "septoriose" (*Septoria* sp.) provoque des taches brunes plus ou moins circulaires de 2 à 3 mm de diamètre, à marge foncée (liseré rouge) qui se déchirent au centre en vieillissant. Elles présentent de discrètes ponctuations noires, les pycnides, organes de production des spores.

Des symptômes très proches ont conduit à un champignon du genre *Cercospora* sp.

Ces deux dernières maladies ne présentent pas de danger apparent pour la culture, d'autant moins qu'elles interviennent en période de production ralentie.

## 2 - LES DEPERISSEMENTS

Les agriculteurs les appellent "maladies de la terre". Elles sont principalement dues aux pourridiés, provoqués par les champignons du sol *Armillaria* (armillaire) et *Rosellinia* (Tableau 1).

Les travaux de Guillaumin et de Baconnier (1988) ont permis d'identifier l'"armillaire réunionnaise" comme une espèce africaine : *Armillaria heimii*.

Le "*Rosellinia* réunionnais" présente les renflements mycéliens en ampoules caractéristiques de *Rosellinia necatrix* et des espèces tempérées voisines. Mais les spores sexuées qui permettraient de confirmer l'espèce n'ont encore jamais été observées à la Réunion.

Les autres agents pathogènes identifiés ont été peu étudiés, leur importance n'est pas établie.

#### 2.1 Les pourridiés

Ces maladies atteignent les racines et le collet des végétaux ligneux. Le système racinaire colonisé se dégrade, l'alimentation en eau ne se fait plus. Il en résulte soit le flétrissement de toute la partie aérienne, soit le jaunissement et le dessèchement partiels du feuillage, les apex des tiges et les dernières feuilles restant verts. A ce stade, la mort de la plante est proche (Baconnier, 1988).

Les champignons se propagent de proche en proche à partir d'une plante infectée, donnant le faciès de la "maladie du rond", souvent masqué par le remplacement rapide des plants morts.

Les symptômes apparaissent tardivement sur la partie aérienne lorsqu'une ou plusieurs grosses racines sont déjà très atteintes. Ils ne sont pas typiques de l'un ou l'autre des champignons ni même des pourridiés. Il faut donc arracher la plante pour examiner l'environnement racinaire (Tableau 3).

##### Examen du sol et des racines

Lorsqu'on arrache un pied atteint par l'armillaire, il ne reste plus que les grosses racines souvent cassées. Leur couleur tire sur l'orange-marron alors qu'elle est normalement beige-grisâtre.

Sous l'écorce des racines, on découvre du mycélium blanc agrégé, plat et dense - les rhizomorphes, de type "*subcorticalis*" - en forme de palmettes rubanées caractéristiques (Photo n°16). Elles sont plus nettes sous l'écorce du collet souvent fissurée, et deviennent moins visibles à un stade avancé de l'infection. Dans le sol, on peut observer des rhizomorphes de type "*subterranea*" (Baconnier, 1988), linéaires, cylindriques, de couleur foncée, et ressemblant à des lacets de soulier.

*Rosellinia* se reconnaît aisément par son mycélium en toile d'araignée, extérieur aux racines et au collet (Photo n°17). Le mycélium périphérique en croissance est blanc mais le mycélium plus âgé prend une teinte gris souris.

L'écorce, intacte sous les zones où le mycélium est blanc, présente des plages nécrosées sous le mycélium gris.

Le système racinaire est moins détruit par l'arrachage.

Si l'attaque est ancienne ou le sol très sec, les toiles mycéliennes peuvent manquer, et les racines ont par place des boursouflures noires.

On trouve également sous l'écorce des palmettes, plus fines et plus superficielles que pour l'armillaire.

Tableau 3 : Critères comparés de reconnaissance d'*Armillaria* et *Rosellinia*

	ARMILLAIRE	ROSELLINIA
Symptômes aériens	- Flétrissement et jaunissement des feuilles	- Flétrissement et jaunissement des feuilles
Collet et racines	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecorce fissurée, aucun mycélium visible à l'arrachage des plants</li> <li>- Sous l'écorce qui se détache facilement présence de palmettes blanches rubanées</li> <li>- Odeur prononcée de champignon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur l'écorce mycélium blanc qui devient gris en vieillissant</li> <li>- Sous l'écorce : palmettes beaucoup plus petites</li> <li>- Odeur prononcée de champignon</li> </ul>
Mort des plantes	- Très lente	- Mort plus rapide

### Cycle infectieux (Figures 1 et 2)

L'armillaire se propage classiquement de deux façons. Soit des rhizomorphes *subterranea* se forment à partir des masses mycéliennes incluses dans du bois mort. Ils croissent dans le sol en tous sens jusqu'à la rencontre d'un hôte sensible puis se collent à la racine et pénètrent à travers l'écorce.

Ou bien l'infection peut résulter d'un simple contact entre racine contaminée et racine saine par l'intermédiaire de mycélium indifférencié.

Le pouvoir pathogène d'isolats d'armillaire a été vérifié sur quelques plants de "géranium rosat" en 1988 (Fabrègue, communication personnelle). L'infection sur jeunes boutures est longue et dure environ six mois, ce qui correspond à la croissance racinaire.

En effet, il est reconnu qu'elle s'effectue au niveau des racines grosses ou moyennes et non du chevelu (Guillaumin, 1982).

Le mycélium de *Rosellinia*, après une phase d'accumulation sous forme soit de toiles grises localement concentrées en "coussinets", soit de cordons blancs, constitue des sclérotés d'infection assurant la pénétration dans les racines de diamètre suffisant - supérieur à 3 mm -, ou bien au niveau du collet. Dans le sol, *Rosellinia* semble se propager essentiellement par son mycélium indifférencié ou par les cordons mycéliens blancs. La phase saprophytique est encore mal connue (Guillaumin, 1986). On peut noter enfin que ce champignon se situe plus près de la surface que l'armillaire car il a des besoins supérieurs en oxygène.

### Méthodes de lutte

L'évolution lente des pourridiés, leur localisation sur du bois mort enterré plus ou moins

profondément, et l'apparition tardive des symptômes rendent la lutte difficile.

#### a/ Lutte culturale et rotation

Il convient d'extraire les racines aussi complètement que possible dans le cas d'une replantation sur des "taches" de maladie, là où le pourridié n'affecte encore que quelques pieds de "géranium", et lorsqu'il s'agit d'une première plantation après défriche d'*Acacia*, plante sensible au pourridié.

Il faut préférer un site de plantation ayant le moins possible de bois dans le sol.

La rotation avec des plantes non ligneuses et non sensibles est envisageable pour *Armillaria*. Elle l'est moins pour *Rosellinia*, qui est très polyphage. Des attaques de ce dernier ont été observées sur haricot cultivé en intercalaire (Sinarety, communication personnelle).

On peut tenter d'enrayer le développement de la maladie en creusant des tranchées afin d'isoler des parcelles contaminées d'une parcelle saine.

#### b/ Lutte chimique

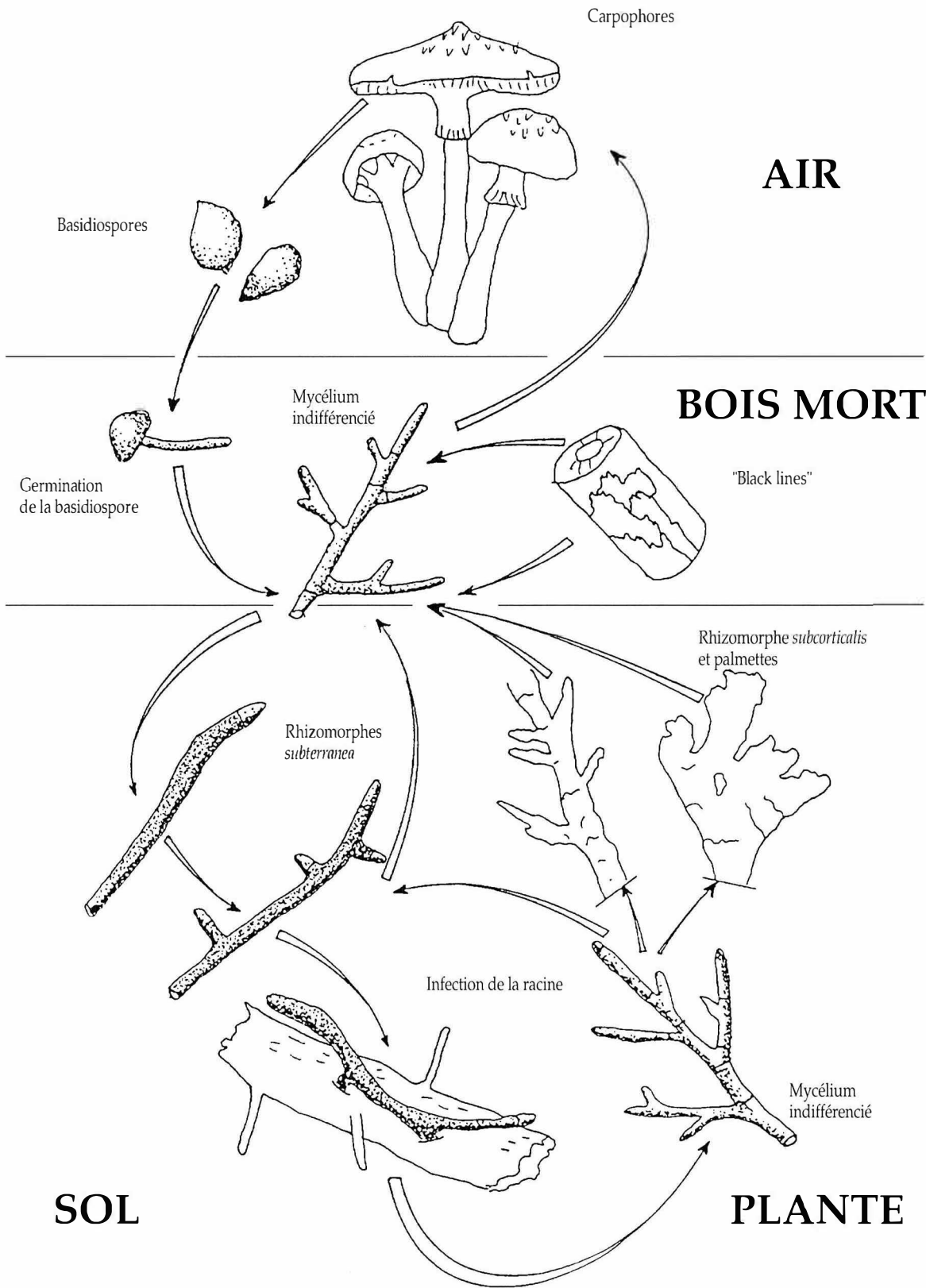
La désinfection des sols ne peut être citée que pour mémoire étant donné son coût, l'irrégularité de son efficacité et les risques de phytotoxicité qu'elle présente. Elle n'a d'ailleurs jamais été testée sur le "géranium rosat".

La lutte chimique s'est orientée vers l'emploi de fongicides systémiques en arrosage, susceptibles d'agir au niveau racinaire.

L'armillaire et *Rosellinia* réagissent de façon opposée aux produits testés.

Sur *Armillaria*, un essai fongicide *in vitro* a montré la bonne efficacité sur les rhizomorphes des morpholines : fenpropimorphe (CORBEL) et tridémorphe. Un test réalisé en pots de terre ino-

Figure 1 : Cycle infectieux de l'armillaire



D'après Guillaumin.

culée l'a confirmé ainsi que l'efficacité du dazomet.

Le mycélium serait plus résistant que les rhizomorphes dont la formation est inhibée dès les faibles doses (Baconnier, 1988).

Sur *Rosellinia*, les tests fongicides *in vitro* ont montré au contraire que les morpholines sont inefficaces.

Les benzimidazoles ont eu des comportements contradictoires. *In vitro*, bénomyl, thiophanate-méthyl, et thiabendazole ont une bonne efficacité, même à des doses très faibles. Mais dans les tests réalisés en pots de terre ou sur boutures inoculées, ils n'ont pas été probants.

Seul le **carbendazime** - utilisé sur boutures

en remplacement du bénomyl - a protégé les plants de l'infection. Mais il n'a pas tué le champignon dans les baguettes de goyavier ni sur le blé ayant servi de support à l'inoculum.

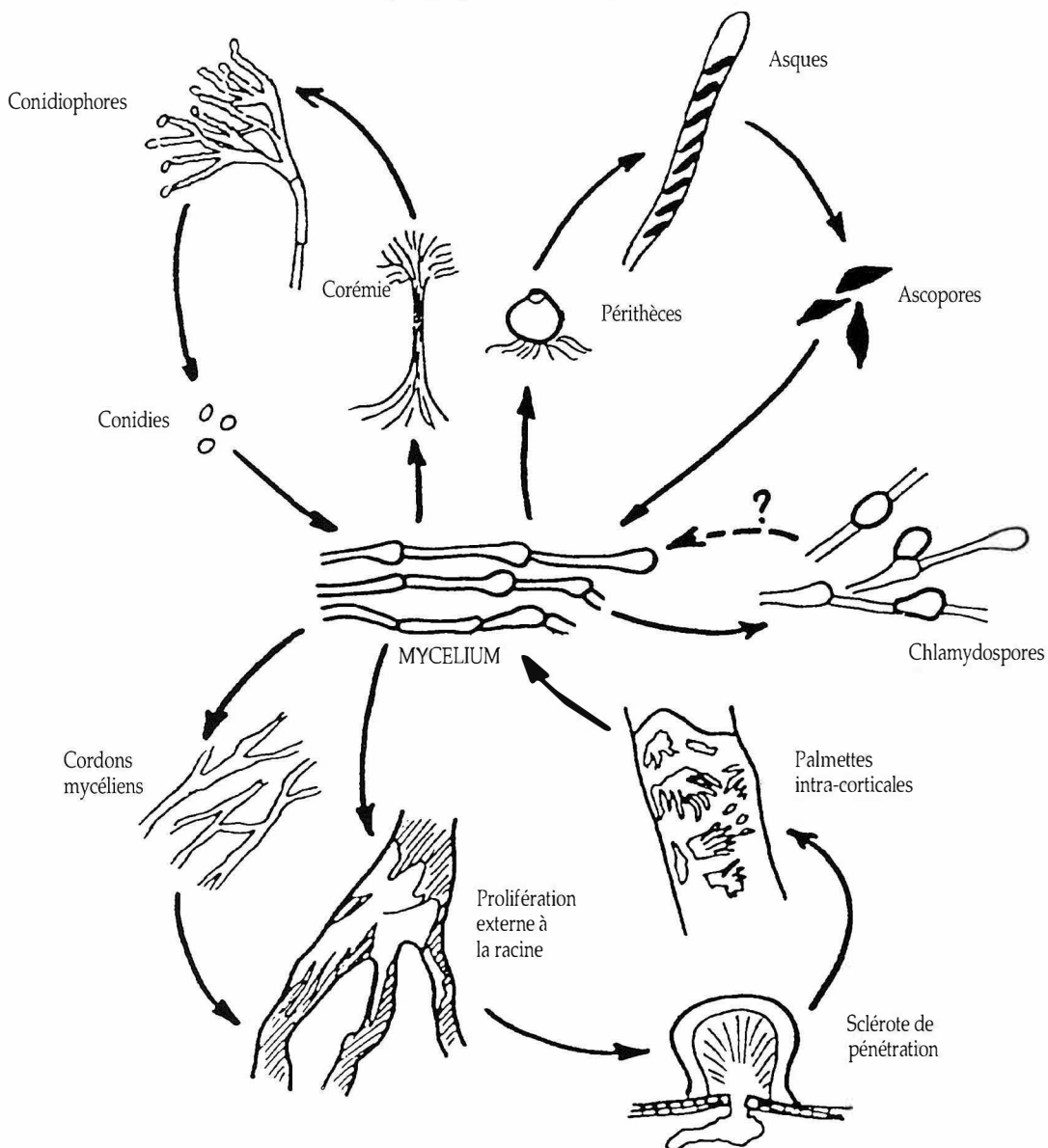
Il mérite d'être testé en traitement préventif autour des ronds de plants malades ou à la replantation de boutures dans des parcelles infectées.

Il pourrait être intéressant d'expérimenter sur ces champignons, un produit à systémie partiellement descendante tel que le phosétyl-Al (ALIETTE) (Guillaumin, 1982).

### c/ Lutte biologique

Certaines souches de *Trichoderma* sont antagonistes d'espèces d'armillaire. Leurs capa-

Figure 2 : Cycle infectieux de *Rosellinia*



D'après Guillaumin, 1982.



cités antagonistes seraient favorisées, par exemple, par de fortes teneurs en matière organique, en cellulose ... (Baconnier, 1988).

Les résultats obtenus avec deux souches métropolitaines de *T. viride* et de *T. harzianum* testées *in vitro* sur des isolats d'armillaire de "géranium rosat" n'ont pas été concluants (Baconnier, 1988).

Par contre, l'étude de 3 composts - fumier de "géranium", de poule et magaline - associés au *Trichoderma*, a ouvert une piste intéressante. L'association magaline-*T. harzianum* a en effet freiné nettement l'initiation et la croissance des rhizomorphes d'armillaire.

Dans la poursuite des investigations sur ce sujet, il conviendrait de vérifier la non-pathogénicité de *Trichoderma* sur le "géranium rosat", ainsi que sa présence éventuelle dans le sol réunionnais.

Aucune tentative de lutte biologique n'a été entreprise sur *Rosellinia*, car il présente la particularité de produire des formes de résistance, les chlamydospores, susceptibles de faire échec à l'antagonisme de *Trichoderma*.

## 2.2 Autres champignons responsables de dépérissement

L'espèce *Clitocybe tabescens* signalée en 1981 et 1982 (Rapport annuel IRAT) est actuellement reclassée avec les armillaires.

Un *Verticillium* identifié en 1951 par l'INRA de Versailles, n'a plus été cité depuis comme agent de dépérissement.

*Phomopsis* sp.

Ce champignon a été identifié à plusieurs reprises sur "géranium rosat" de la Réunion en 1961 et 1980 (IRAT) puis en 1986 (SPV), sans que son espèce ait été déterminée.

Plusieurs symptômes y seraient associés. Sur la partie aérienne, les feuilles fanent d'un seul côté de la plante puis le flétrissement se généralise.

Il a été isolé sur rameaux au niveau de zones où l'écorce est rougeâtre, de chancres noirs, ou de nécroses voisines d'une plaie de taille.

On le trouve également dans des cas de pourriture noire sur le collet ou les racines.

*Pythium*

Ce champignon connu en Inde et en Afrique (sous le nom de pied noir), a été isolé en 1986 à la Réunion de plants de "géranium rosat" dépérissant.

On observe le jaunissement du feuillage. A

l'arrachage, les racines désagrégées présentent une pourriture noire humide et se cassent. Au niveau du collet les tissus sous-épidermiques de couleur violette sont gorgés d'eau.

Les cas de dépérissements dus au genre *Pythium* se rencontrent généralement dans les parcelles où les eaux de pluie stagnent. L'asphyxie des racines sensibilise les plants.

*Fusarium*

Deux types de *Fusarium* ont été isolés du "géranium rosat" : *F. oxysporum* et *F. solani*. Les déterminations effectuées par N. Sinarettie ont été confirmées par R. Cassini (INRA-Versailles).

Le dépérissement se manifeste là encore par le jaunissement du feuillage. Les racines et le collet sont bruns, ainsi que les vaisseaux, trahissant ainsi une maladie vasculaire.

Une seule référence bibliographique (Demarne, 1989) mentionne des cas de dépérissement, en Inde, dus au genre *Fusarium* (*F. oxysporum* var. *redolens*).

Des tests de réinoculation de ces deux *Fusarium* permettraient de vérifier le pouvoir pathogène réel de ces champignons. Car s'ils apparaissent fréquemment dans les échantillons, dans 50 % des cas, ils sont associés à des morsures de ver blanc. Or le plus souvent, les *Fusarium* sont décrits comme saprophytes ou envahisseurs secondaires. Ils pourraient n'être que des parasites de faiblesse.

## 2.3 Le flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien appelé comme les pourridies, "maladie de la terre" est dû à la bactérie *Pseudomonas solanacearum*.

Dès 1958, Roger supposait l'existence de cette bactérie dans l'île. En 1961, elle fut isolée sur le "géranium rosat" et identifiée par l'Institut de Mycologie du Commonwealth.

Le "géranium rosat" est classé parmi les principales cultures victimes du flétrissement bactérien à la Réunion, avec les Solanacées cultivées : tomate, aubergine, pomme de terre (Oudard, 1986).

Au sein de l'espèce *P. solanacearum*, très hétérogène, on distingue 3 races selon la gamme d'hôtes.

Celle qui atteint le "géranium" est la race 1 dite "tropicale", la plus couramment rencontrée à la Réunion en dessous de 1 000 m (Girard, comm. personnelle; Oudard, 1986). Elle affecte également des Solanacées, certains bananiers diploïdes et d'autres plantes...

### Symptômes-dégâts

La maladie apparaît au champ par taches ponctuelles. On l'explique par le déplacement vertical de la bactérie (entre 15 et 75 cm de profondeur) qui se sert des racines pour migrer (Oudard, 1986).

Le flétrissement est plus progressif et moins spectaculaire sur le "géranium rosat" que sur les plantes herbacées (Oudard, 1986). Très souvent il s'accompagne de pourriture au niveau du collet.

Un moyen simple d'appuyer le premier diagnostic consiste à sectionner la tige d'une plante récemment atteinte et la placer dans un verre d'eau. Au bout de quelques minutes, un mucus blanc exude des vaisseaux au niveau de la section (Photo n° 18).

L'infection est en effet due à la présence des bactéries dans les vaisseaux. Elles produisent des toxines et surtout un mucus les protégeant, ce qui augmente la viscosité de la sève et favorise l'obstruction des vaisseaux.

### Epidémiologie - Dissémination

La maladie apparaît principalement pendant la période chaude et humide. Le risque de contamination par la race 1 est maximal pour une température comprise entre 28 et 32 °C.

Mais des cas de flétrissement peuvent se présenter en hiver.

La bactérie se rencontre de par le monde à des pH variables dont des pH bas (5,5 voire 4,5). Il n'est donc pas surprenant de la trouver dans les sols du "géranium rosat" qui sont acides à très acides aux altitudes les plus élevées (IRAT, 1980). Aux Antilles, certains sols riches en argile sont peu réceptifs à la bactérie.

L'homme est directement ou indirectement le principal vecteur de la maladie : par le transport du matériel végétal contaminé, par l'utilisation d'outils souillés (couteaux, sécateurs lors de la coupe et du bouturage), par l'utilisation de compost ou de terreau contaminés. La bactérie peut en outre être transportée par l'eau.

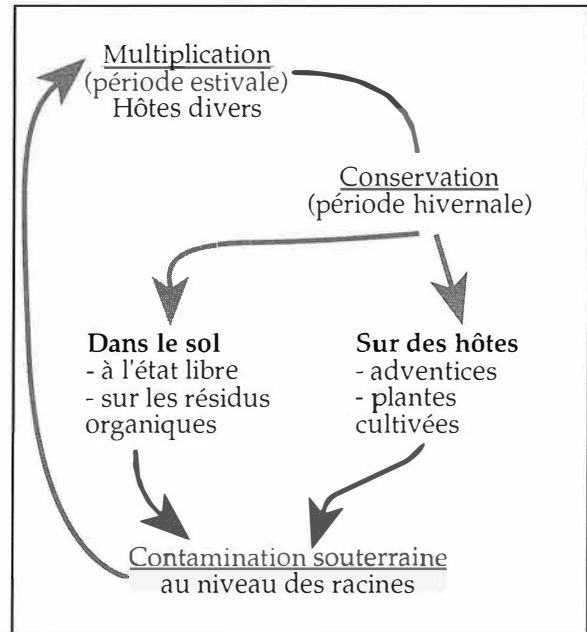
### Lutte essentiellement agronomique

Il n'existe pas de méthode de lutte chimique efficace par voie aérienne.

Le seul fumigant possédant une activité antibactérienne est le formol, mais il est insuffisant pour éliminer *P. solanacearum* en application au champ (Messiaen, 1989).

Il faut donc mettre en œuvre des méthodes agronomiques à vocation prophylactique.

Figure 3 : Cycle infectieux de *Pseudomonas solanacearum*



La polyphagie de la race 1 laisse peu de choix pour les rotations. On peut proposer néanmoins d'alterner le "géranium" pendant au moins 4 ans avec la canne à sucre, 2 ans avec la prairie de Graminées. Il est à noter que les attaques sur haricot, plante prisée dans la zone de culture du "géranium", sont rares (Oudard, 1986).

Les sols riches en matière organique sont défavorables à la bactérie. Les apports de fumier bien décomposé n'agissent donc que contre la maladie.

Une ancienne pratique à retenir consiste à mettre de la cendre dans le trou de plantation.

Ces deux méthodes n'ont jamais été scientifiquement étudiées, mais leur efficacité est reconnue dans la pratique.

Par contre l'intérêt du chaulage est controversé. Les essais réalisés à la Réunion (IRAT, 1982) n'ont pas donné satisfaction contre la bactériose.

Compte tenu du mode de dissémination de la bactérie, il faut :

- éliminer et brûler les plants malades,
- lutter contre les mauvaises herbes dont certaines sont des réservoirs du *P. solanacearum* (*Solanum nigrum*, *Comelina* sp., *Ageratum conyzoides*, *Oxalys* sp. ...) (Oudard, 1986),
- choisir une altitude supérieure à 1 000 m pour les boutures,
- éviter la contamination par les outils lors de la coupe ou du bouturage.

En matière de recherche, en 1983 l'IRAT a

lancé une étude de la résistance du "géranium rosat" à *P. solanacearum*. Une certaine résistance existerait chez *Pelargonium graveolens*. Un programme de création de plantes nouvelles par hybridations interspécifiques a été entrepris par l'IRAT depuis 1984.

## DERNIERES REMARQUES

Des mesures de prophylaxie générale peuvent s'appliquer à toutes les maladies. Rappelons-les :

- il convient de prélever les boutures dans des champs très sains,
- la pépinière doit faire l'objet d'un suivi accru et de la protection phytosanitaire maximale,
- toute mesure favorisant la bonne croissance de la plante (fumure, engrais ...) lui permet de mieux se défendre contre les maladies,
- la coupe d'un champ atteint par une ou des affections doit se **terminer** par la partie malade.

## Références bibliographiques

BACONNIER C., 1988. Essais de méthodes de lutte contre *Armillaria* sp. et *Rosellinia* sp. responsables des pourridiés du "géranium rosat" (*Pelargonium X asperum*) à la Réunion. Mémoire de fin d'études. ENSH de Versailles.

BAUDIN P., 1965. Les Maladies des plantes à parfum tropicales Revue de Phytopathologie, supplément colonial, Tome XX - col. N° 1, p 94-99.

BOURIQUET G., 1946. Maladies du "géranium rosat", in "Les maladies des plantes cultivées à Madagascar", 386 - 398.

DANFLOUS J.P., 1987. Essais de pulvérisateurs dans le cadre de la lutte contre l'antracnose sur géranium. CEEMAT-Réunion.

DEMARNE F.E., 1989. Rapport de Mission en Inde du 13 au 23 novembre 1989. IRAT-Réunion.

GAILLETON J.M., 1962. Rapport sur le traitement de l'antracnose ou rouille du "géranium rosat" à la Réunion. Direction des Services Agricoles de la Réunion.

GUILLAUMIN J.J., 1982. Les pourridiés des arbres fruitiers. 2ème colloque sur les recherches fruitières. Bordeaux 1982 : 227-245.

GUILLAUMIN J.J., 1986. Contribution à la systématique des Armillaires du groupe *mellea*. Matériel et méthodes. Thèse de Docteur-Ingénieur I.N.R.A. de Clermont-Ferrand : 1-45.

IRAT-REUNION, Rapport annuel 1980, 1981, 1982, 1983, 1985.

SERVICE DE LA PROTECTION DES VEGETAUX, 1991. Synthèse sur les maladies du "géranium rosat" à La Réunion. SPV-Réunion, document interne.

MESSIAEN, 1989. Le Potager Tropical. p 211-218. Ed. Presses Universitaires de France.

OUDARD B., 1986. Etude des souches de *Pseudomonas solanacearum* EF Smith à la Réunion. Mémoire de diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles. ENITA Bordeaux.

TESAN A., 1989. Contribution à l'élaboration d'une méthode de lutte contre l'antracnose du "géranium rosat" à la Réunion. Service de la Protection des Végétaux de la Réunion.

# LES INSECTES RAVAGEURS

Serge Quilici - Bernard Vercambre - Christophe Bonnemort

Malgré l'importance socio-économique du "géranium rosat", très peu de travaux ont été jusqu'à présent consacrés aux insectes ravageurs de cette culture à la Réunion.

Parmi ceux-ci, le "ver blanc", (forme larvaire de *Hoplochelus marginalis* Fairmaire), tient une place à part, du fait de l'importance des dégâts qu'il peut occasionner. Dans les zones infestées (Nord et Ouest de l'île), cet insecte très polyphage représente aujourd'hui le principal ravageur du "géranium rosat".

Tous les insectes signalés sur "géranium rosat" à la Réunion sont regroupés dans le tableau 1. Sur la base des informations disponibles, seul le "ver blanc" semble devoir être

considéré comme un ravageur important de la culture.

Quelques autres espèces sont des ravageurs occasionnels et peuvent sporadiquement justifier un traitement insecticide spécifique. C'est le cas de la cochenille du mûrier *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti, du charançon *Cratopus humeralis* Boh., de la tordeuse *Lobesia (Lobesia) vanillana* De Joannis et de l'aleurode *Trialeurodes vaporariorum* Westwood.

Les autres insectes, mentionnés pour mémoire dans le tableau 1, ne présentent pas actuellement d'importance économique sur "géranium rosat".

Tableau 1 : Les insectes ravageurs du "géranium rosat" à la Réunion

ORDRE	FAMILLE	SOUS-FAMILLE	ESPECE	STATUT
Hemiptera	Aphididae	Aphidinae	Acyrtosiphon malvae (Mosley)	-
	Aleyrodidae		Trialeurodes vaporariorum Westwood	0
	Margarodidae		Icerya seychellarum Westwood	-
	Diaspididae		Pseudaulacaspis pentagona Targioni-Tozzetti	0
			Aspidiotus destructor Signoret	-
	Cicadellidae	Cicadellinae	Acopsis viridicans Amyot et Serville	-
Coleoptera	Scarabaeidae	Melolonthinae	Hoplochelus marginalis Fairmaire	i
	Curculionidae	Brachyderinae	Cratopus humeralis Boh.	0
			Cratopus angustatus Boh.	0
Lepidoptera	Tortricidae	Olethreutinae	Lobesia (Lobesia) vanillana (De Joannis)	0
	Pyraustidae	Pyraustinae	Oebia (Hellula) undalis Fabricius	-
	Sphingidae		Hippotion celerio L.	-
	Noctuidae	Plusiinae	Plusia chalcites Esper.	-
		Melicleptriinae	Heliothis armigera Hübner	-

i = ravageur important, 0 = ravageur occasionnel, - = ravageur sans importance économique.  
D'après Plenet (1965), Remaudière & al. (1988), Russell & al. (1985), Langlois (1991), Vercambre (1988).

1 - HOPLOCHELUS  
MARGINALIS FAIRMAIRE

1.1. Position systématique

Ordre	Coleoptera
Super-famille	Scarabaeoidea
Famille	Scarabaeidae
Sous-famille	Melolonthinae
Tribu	Leucophilini
Noms communs	Hanneton, ver blanc

1.2. Description, cycle, comportement

A 25 °C, les œufs blancs (diamètre : 2 mm) éclosent au bout de 15-21 jours. Les larves mélo-lonthoïdes, également blanches, évoluent en trois stades, que l'on différencie par la largeur de la tête (L1 : 1,7 mm ; L2 : 3,4 mm ; L3 : 5,4 mm). Ce développement larvaire dure 8 mois et aboutit à la nymphose. A 25 °C, ce stade pré-imaginal dure de 15 à 21 jours ; la nymphe de couleur brune est alors immobile dans une loge.

Les hannetons adultes ont 15 à 22 mm de longueur ; leur coloration générale est brune sur le dessus et blanche sur le dessous. L'espèce tire son nom des bandes latérales claires colorant dorsalement le thorax. L'espérance de vie d'un individu adulte varie de 1 à 3 mois.

Le cycle biologique se déroule donc sur un an (Figure 1). La période de vol des hannetons débute avec les premières pluies. L'envol s'effectue au crépuscule et débute une vingtaine de minutes après le coucher du soleil, soit entre 18 h 50 (début novembre) et 19 h 15 (début janvier). La fin du vol intervient en moyenne entre 19 h 10 (début novembre) et 20 h (fin décembre). C'est durant cette période que s'effectue l'accouplement qui dure une dizaine de minutes. Après celui-ci, les femelles se laissent tomber sur le sol et s'y enfouissent. La majorité des œufs sont pondus entre 2 et 6-8 cm de profondeur. Les jeunes stades larvaires (L1 et L2) sont peu mobiles et peu dommageables, car se nourrissant de matière organique et de petites racines. C'est l'apparition progressive des L3 en début mars qui entraîne des dégâts importants, et ce jusqu'en juillet-août. Beaucoup plus mobile et plus vorace, la larve L3 peut explorer jusqu'à 40 cm de sol, et se placer ainsi au niveau alimentaire optimum en fonction des conditions locales (profondeur de l'enracinement, humidité, pierrosité du sol, ...). Ainsi, on retrouvera les L3 à 20-

30 cm de profondeur sur canne à sucre alors que sous herbes, elles se situeront à 2-5 cm.

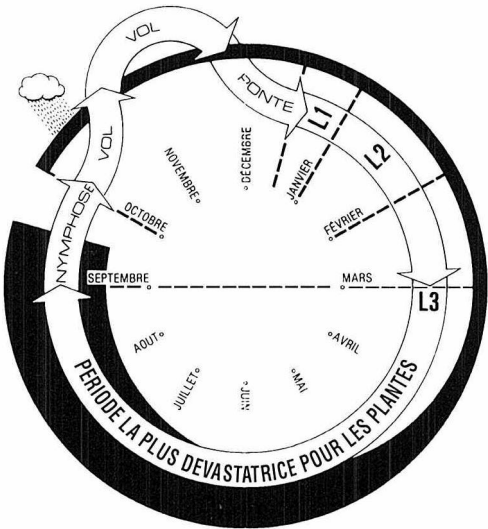
Précédée d'une période de repos, la nymphose se situe principalement en septembre-octobre. La mue imaginale survient dans le sol. L'émergence des adultes est rendue possible par l'humectation du substrat due aux premières pluies.

Le suivi régulier de ce nouveau ravageur a permis de voir apparaître un phénomène progressif de baisse de poids moyen des larves à maturité et une réduction du nombre moyen d'œufs formés par femelle dans les zones les plus anciennement infestées. Ainsi des lots de femelles prélevés sur le front d'extension forment en moyenne 30-40 œufs, alors que celles prélevées à Sainte-Thérèse, lieu de découverte du ver blanc il y a 9 ans n'en produisent plus que la moitié (Vercambre et al. 1988 et Vercambre 1989).

1.3. Ecologie

Le genre *Hoplochelus* est endémique de Madagascar et regroupe une dizaine d'espèces. *H. marginalis* y occupe tout le Nord et les hauts plateaux centraux (Dewailly, 1950). Introduit à la Réunion, très probablement en 1972, il a été découvert en 1981 à Sainte-Thérèse, sur la commune de la Possession, où il provoquait de graves dégâts sur la canne à sucre. En 1991, ce ravageur est présent sur la moitié de l'île : la limite sud de son aire d'extension est représentée par le Bras de Cilaos et la Rivière Saint-Etienne, tandis que la limite nord-est est située le long de la Rivière Saint-Jean. Des trois cirques,

Figure 1 : Cycle biologique d'*Hoplochelus marginalis* Fairmaire



D'après A. Gravaud et B. Vercambre.

seul le cirque de Mafate apparaît contaminé. La présence des vers blancs est observée depuis le littoral jusqu'en altitude (> 1 400 m).

Au cours de la progression du ravageur, les dommages se sont étendus à un grand nombre de cultures, les plus sensibles étant les plantations semi-pérennes ("géranium rosat", prairies, fraisier, ananas, banane, piment, plantes ornementales, ...), les cultures associées à la canne (haricot, arachide, ...) ou encore celles qui ne peuvent être entreprises en dehors de la période des dégâts (riz, pomme de terre, choux, ...). Localement, des plantes ligneuses au stade jeune peuvent être attaquées. Quelques espèces ont un effet répulsif, notamment le tabac et la tomate après une période sensible d'environ 15 jours après la levée.

L'incidence de la défoliation due aux adultes est négligeable et l'essentiel des dégâts est commis par les larves sur les parties souterraines des plantes. Dans le cas du "géranium rosat", les dégâts les plus remarquables sont l'écorçage des boutures à la plantation et la section des racines. Ces dégâts affaiblissent les plantes et ouvrent des voies de pénétration aux maladies.

#### 1.4. Ennemis naturels

Un certain nombre d'ennemis naturels ont été recensés à la Réunion, aussi divers qu'araignées, caméléons, crapauds, tangles, poules, chats, chiens, fourmis, martins, ... Bien que leur effet soit limité, il doit être préservé sinon encouragé.

Des nématodes du genre *Mermis* ont été observés sur les vers blancs dès 1981. Limités aux zones humides, ces longs vers blanchâtres sont visibles dans le corps de la larve. Leur incidence est cependant très limitée (environ 1%).

Les grégarines sont des protozoaires qui apparaissent comme des boules blanches dans l'hémolymph des vers blancs. Bien que leur propagation soit assurée par les adultes, leur présence est encore très localisée (Saint-Paul, le Port). Le taux d'infestation peut atteindre 15 à 30 %. Ces grégarines semblent avoir un effet dépressif sur la production d'œufs par femelle (moins 25 %).

Des bactéries ont été trouvées en grand nombre dans les bourses copulatrices des femelles, sans que l'on sache leur influence.

#### 1.5. Méthodes de lutte

##### *Mesures administratives*

Chaque année, un arrêté préfectoral est

publié afin de réglementer les transports de récolte (cannes, fourrages, fruits et légumes, végétaux de pépinière, ...), de terre, terreau, compost, fumier ..., entre les zones infestées et les autres.

D'autres mesures particulières ont été prises à partir de 1989 sur les aires aéroportuaires réglementant les transports entre la Réunion et Maurice durant la période de vol des hannetons.

##### *Lutte physique*

Le hannetonnage (piégeage lumineux et capture manuelle des adultes) est à encourager mais n'a pas l'action attendue, car la plupart des femelles pondent leurs œufs avant d'être piégées. A ce niveau, la méthode la plus efficace consisterait à prélever les couples posés sur les supports végétaux naturels en début de vol. En effet, la femelle ne peut pondre qu'après s'être accouplée.

##### *Lutte agronomique*

Plusieurs pratiques agricoles peuvent limiter les dégâts dus aux vers blancs. Dans le cas du "géranium", elles concernent surtout le choix de la date de plantation et les techniques de travail du sol lié à sa couverture végétale.

Compte tenu de la période la plus dévastatrice des larves (voir *figure 1*), toute interruption du cycle entre les mois de janvier et de mars par un labour préalable à la plantation (supprimant 50 à 80 % des populations) ou un sarclage entre les lignes à 6-8 cm de profondeur après plantation (supprimant 30 à 50 % des populations) peut apporter un contrôle significatif. Malheureusement, cette pratique est souvent à proscrire dans la zone des Hauts de l'Ouest, où la pente moyenne des versants favorise l'érosion et le lessivage des nutriments.

Cette technique peut par contre être utilement remplacée, par un travail minimum (trou de plantation ou sillon étroit) associé à une couverture permanente du sol par une légumineuse ou une graminée fourragère contrôlée à l'herbicide et formant un "mulch vivant". En se répartissant sur le chevelu racinaire de l'ensemble des plantes ainsi présentes sur le champ, la prise alimentaire des larves est moindre sur le "géranium rosat". De cette façon, des tests ont montré une baisse de 37 % de la mortalité des plants, alors que la production d'essence était multipliée par trois (Dorée, 1990).

##### *Lutte chimique*

La dispersion des adultes sur les supports

alimentaires ou de ponte et leur activité nocturne rendent difficile la lutte chimique qui s'est donc concentrée sur les larves.

Sur les 12 matières actives testées en laboratoire, 5 se révélèrent aussi très efficaces au champ (lindane, chlorméphos, isazophos, éthrophos, chlorpyriphos-éthyl). Cette dernière est actuellement préconisée (Tableau 2) par le biais d'une formulation granulée à relargage retard (Suxon Botanica®) protégeant encore le "géranium rosat" 3 ans après traitement à la plantation des boutures (80 à 60 % de mortalité larvaire).

Compte tenu du comportement des larves et de la faible diffusion de l'insecticide autour du granulé, le Suxon ne doit pas être concentré au fond du sillon ou du trou de plantation, mais réparti aussi uniformément que possible sur le fond et les flancs de l'ouverture afin qu'au rebouchage le produit se localise le long de la bouture, empêchant ainsi l'écorçage (Basso-Bert, 1988 et 1990).

Lutte biologique

Bien qu'entreprise plus particulièrement sur canne à sucre, cette forme de lutte, lorsqu'elle fonctionne, a l'avantage de s'étendre de proche en proche à l'ensemble des zones cultivées.

Depuis 1983, dans le cadre d'opérations conjointes IRAT-INRA-Université, il a été étudié 35 organismes utiles dont 6 ont été introduits en conditions naturelles. La liste de ces organismes est rapportée au tableau 3.

Parmi tous ces organismes, les champignons entomopathogènes se sont révélés les plus intéressants, notamment la souche de *Beauveria* qui se répand naturellement à partir des traitements ponctuels réalisés expérimentalement. Dans les essais, après une seule application initiale, la mycose provoque une mortalité de 50 à 80 % des larves après un ou deux ans de présence.

Actuellement, il est projeté d'obtenir l'homologation d'un granulé biocide, renfermant les propagules du champignon afin de réaliser les traitements à un coût inférieur à celui d'un traitement chimique et entraînant moins de conséquences néfastes sur l'environnement.

Lutte intégrée

Compte tenu du temps de latence nécessaire au développement épizootique du champignon (1 à 2 ans), des traitements mixtes Suxon (1/5 de la dose normale) + *Beauveria* sont expérimentés afin de réunir l'action de choc de l'insecticide et l'action à moyen terme du champignon pour parvenir ainsi à une protection définitive (essai sur canne à sucre pour le moment).

Tableau 2 : Traitement au Suxon conseillé contre *H. marginalis* sur "géranium rosat" à la plantation

Type de Plantation	Dose de matière active	Dose de produit commercial
En ligne	4,2 kg	30 kg/ha
Au trou	-	0,6 g/trou

Pour une densité de 50 000 pieds/ha (0.80 x 0.25 m).  
D'après BASSO-BERT, 1990.

Tableau 3 : Acclimatation et impact sur *Hoplochelus marginalis* des organismes introduits à la Réunion

INTRO.	ORIGINE	ORGANISMES	ACCLIM	IMPACT
1983	Madagascar	<i>Campomeris erythrogaster</i> <i>C. coelebs</i> (Hymenoptera, Scoliidae)	0 0	0 0
1983	Madagascar via INRA La Minière	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Deuteromycete Hyphomycete)	+	faible
1984	Maurice	<i>Campomeris phalerata</i>	0	0
1986	Maurice	<i>Tiphia parallela</i> (Hymenoptera, Scoliidae)	0	0
1987-1988	Madagascar	<i>Beauveria brongniartii</i> (Deuteromycete Hyphomycete)	+	élevé



## 2 - PSEUDAULACASPIS PENTAGONA

### 2.1. Position systématique

Ordre	<i>Hemiptera</i>
Sous-ordre	<i>Sternorhyncha</i>
Super-famille	<i>Coccoidea</i>
Famille	<i>Diaspididae</i>
Noms communs	Cochenille du mûrier, cochenille blanche du pêcher

### 2.2. Description, cycle, dispersion

Le cycle de développement de la cochenille du mûrier est similaire à celui des autres espèces de cochenilles diaspines. A 27 °C, le cycle complet dure de 33 à 37 jours. La ponte débute environ 2 semaines après l'accouplement, et les premières néonates apparaissent 14-15 jours après le début de la ponte. Les œufs donnent naissance à des larves (L1) qui sont d'abord mobiles, et assurent la dissémination de l'insecte.

Vers la fin de ce premier stade larvaire, ces larves se fixent sur le végétal et commencent à sécréter un bouclier cireux protecteur. La durée du stade L1 est d'environ 10 jours à 27 °C ; le reste du développement préimaginal demandera de 9 à 12 jours supplémentaires (Benassy, 1958).

Les femelles passent ensuite par un second stade larvaire, qui précède le stade femelle adulte ; la taille du bouclier cireux s'accroît progressivement. Chez les mâles, par contre, le second stade larvaire est suivi par deux stades supplémentaires (pronympe et nymphe). A la différence des femelles adultes qui restent fixées toute leur vie, les mâles adultes sont ailés et susceptibles de se déplacer.

Chez *P. pentagona*, le bouclier femelle est blanc-jaunâtre. De forme plus ou moins circulaire, il a un diamètre de 2 à 2,8 mm. L'exuvie brun-rouge du premier stade larvaire reste bien visible au centre du bouclier.

Les stades préimaginaux mâles sont protégés par un fourreau de cire molle, allongé et d'un blanc pur. Ces stades mâles, souvent groupés, forment une croûte blanchâtre et sont plus facilement repérables que les femelles.

Le nombre de générations annuelles varie selon les pays. Ainsi, *P. pentagona* présente deux générations en Suisse (Bovey, 1979) ou en Pennsylvanie (Stimmel, 1982), trois en France, la troi-

sième n'étant que partielle dans certaines régions (Benassy, 1958), ou quatre en Floride (Kuitert, 1967) et en Géorgie (Yonce & Jacklin, 1974). Lorsqu'on constate un arrêt de développement hivernal, celui-ci intervient au stade femelle fécondée.

A la Réunion, une étude écologique menée en 1986 à Tan-Rouge (alt. 600 m) a montré que pendant l'hiver austral, deux générations de la cochenille se développaient entre mai et septembre, chacune durant environ 60 jours (Guyot et Quilici, 1987). Le nombre de générations annuel est sans doute, dans ces conditions, supérieur à cinq.

On trouve mention dans la littérature de résultats très variables selon les auteurs, quant à la capacité de ponte, qui apparaît de toute façon très élevée. Selon Benassy (1958), la fécondité varie d'une région à l'autre, entre 120 et 280 œufs/femelle.

Benassy (1958) a également montré le rôle primordial de l'accouplement dans le déclenchement de la ponte et la formation du bouclier. L'espèce est donc incapable de se reproduire par parthénogénèse. On peut remarquer, dès la ponte, l'existence d'œufs sexuellement et morphologiquement distincts d'après leur pigmentation : les œufs rougeâtres donnent naissance à des femelles, les œufs blanc-jaunâtres à des mâles.

Sur des plantes-hôtes ligneuses, divers auteurs ont montré que la dispersion des L1 mobiles, mâles et femelles, s'effectuait différemment. Les L1 mâles ont une dispersion plus réduite et tendent à s'agglomérer en amas denses sur les plus vieilles parties des arbres ; au contraire, les L1 femelles sont plus mobiles et se dispersent sur tout l'arbre, y compris les jeunes rameaux (Bobb et al., 1973). La dispersion à longue distance s'effectue notamment par le vent.

### 2.3. Distribution, plantes-hôtes, dégâts

Originnaire d'Extrême-Orient, *P. pentagona* fut introduite en Europe au milieu du siècle dernier. Cette cochenille présente aujourd'hui une très vaste distribution mondiale. Sa présence à la Réunion est rapportée pour la première fois par Balachowsky en 1954.

*P. pentagona* est susceptible de s'attaquer à de nombreuses plantes-hôtes. Les mûriers (*Morus alba* L., et *Morus. nigra* L.) sont des hôtes de prédilection dont elle envahit toutes les parties ligneuses, pouvant entraîner un dépérissement rapide.

Les dégâts se caractérisent par un affaiblissement des plantes-hôtes, lié au prélèvement de sève par les cochenilles. Dans le cas de fortes pullulations, de véritables manchons continus peuvent encroûter les organes ligneux de l'hôte, et entraîner, dans les cas extrêmes, la mort de celui-ci.

La nuisibilité de *P. pentagona* peut être très importante. Ainsi vers la fin du siècle dernier, la cochenille a menacé sérieusement la sériciculture italienne, en décimant les plantations de mûrier du nord de l'Italie et de la Toscane (Balachowsky, 1954). De même, elle se montre souvent nuisible sur pêcher, dans le midi de la France et en Italie.

A la Réunion, ses hôtes principaux sont le pêcher, le "géranium rosat" (*Pelargonium* sp.), le laurier-rose (*Nerium oleander* L.), le papayer (*Carica papaya* L.), les piments (*Capsicum* sp.), et une solanacée sauvage arbustive, le bringellier marron (*Solanum auriculatum* Ait.). Largement répandue dans l'île, la cochenille est notamment présente dans toutes les zones de culture du pêcher et du "géranium rosat". Une enquête menée en 1983 dans l'ensemble de la zone (Quilici et Pasquin, non publié) a montré que des pullulations importantes pouvaient se développer indépendamment de l'altitude. Lors des tournées effectuées par le Service de la Protection des Végétaux en 1985, les dégâts de cochenilles ont principalement été signalés à La Chaloupe Saint-Leu.

## 2.4. Ennemis naturels

De nombreux ennemis naturels de *P. pentagona*, prédateurs ou parasitoïdes, ont été signalés de par le monde.

A la Réunion, Guyot et Quilici (1987) ont recensé plusieurs prédateurs, appartenant surtout à deux familles de Coléoptères.

Famille des <i>Coccinellidae</i>	- <i>Chilocorus politus</i> Mulsant, présent surtout en altitude,
	- <i>Chilocorus nigritus</i> Fabricius, présent sur le littoral,
	- <i>Lindorus lophantae</i> Blaisdell, présent en moyenne et basse altitude,
	- <i>Sticholotis madagassa</i> Weise et <i>S. gomyi</i> Chazeau, observées très rarement en basse altitude.
Famille des <i>Cybocephalidae</i>	- <i>Cybocephalus pullus</i> Endrody-Younga et <i>C. binotatus</i> Grouvelle, présents sur le littoral,
	- <i>Cybocephalus</i> sp., présent en moyenne altitude,
	- <i>Cybocephalus</i> sp., (du groupe de <i>C. politus</i> Gyll.) à des altitudes plus élevées.

Sur "géranium rosat", des études, effectuées à Tan-Rouge (alt. 600 m) en 1986, ont montré essentiellement la présence de *L. lophantae* et *Cybocephalus* sp. *C. politus* peut aussi être rencontré régulièrement sur cette culture. Une seconde espèce de *Cybocephalus* a également été observée.

De plus à la Réunion, au moins trois hyménoptères parasitoïdes primaires s'attaquent aussi à la cochenille :

- *Encarsia diaspidicola* Silvestri (*Aphelinidae*), susceptible d'attaquer les deux sexes mais préférentiellement les femelles,
- *Arrhenophagus chionaspidis* Aurivillius (*Encyrtidae*), attaquant également les deux sexes avec une nette préférence pour les mâles,
- *Aphytis* sp. (*Aphelinidae*), observé très rarement.

On rencontre aussi, assez rarement, un *Aphelinidae* hyperparasite d'*E. diaspidicola* : *Marietta carnesi* Howard.

L'étude effectuée sur "géranium rosat" à Tan-Rouge en 1986 (Guyot et Quilici, 1987) a montré que le parasitisme sur femelles était dû essentiellement à *E. diaspidicola*, *A. chionaspidis* étant toujours trouvé en faible proportion, et jamais au-delà du deuxième stade femelle. Durant l'hiver austral, le taux de parasitisme apparent sur femelles est généralement compris entre 20 % et 30 %.

Si on considère les mâles, *A. chionaspidis* domine nettement, bien qu'*E. diaspidicola* joue également un rôle non négligeable. Le taux de parasitisme apparent reste faible en juin-juillet mais peut atteindre 40 % en mai, août et septembre. Signalons que sur pêcher, à des altitudes plus élevées (Petite France, 1 250 m), le taux de parasitisme sur mâles atteint parfois 100 % au début de septembre.

La biologie de l'ensemble des ennemis naturels indigènes de *P. pentagona* a fait l'objet depuis quelques années d'études de laboratoire (Goebel, 1987 ; Quilici et al., non publié.).

## 2.5. Méthodes de lutte

### Lutte chimique

Les références en termes de lutte chimique contre *P. pentagona* concernent surtout le pêcher. Sur cette culture, en régions tempérées, deux types de traitements peuvent être réalisés :

- des traitements avant débourrement, contre les femelles hivernantes,
- des traitements de printemps, contre les larves mobiles de la première génération.

En France métropolitaine, l'efficacité de ces divers traitements, ainsi que leur influence sur le parasite spécifique de la cochenille, *Encarsia berlesei* Howard, ont été résumés par Carles (1985) (d'après C. Benassy, INRA-Antibes).

Pour les traitements d'hiver, notons que les huiles blanches (à 3 %) montrent généralement une efficacité insuffisante (Vasseur et Bianchi, 1953). Elles présentent toutefois l'avantage de sauvegarder en grande partie l'action des ennemis naturels. L'oléoparathion (à 3 %) n'entraîne qu'une mortalité directe assez réduite mais s'avère très efficace à terme car il supprime pratiquement la ponte de la génération suivante (Chaboussou et Ramadier, 1959).

Pour les traitements visant les larves mobiles, on peut signaler la bonne efficacité du diethion (à 125 g m.a./hl) et du methidathion (à 60 g m.a./hl) (Chaffurin et Maillet, 1988).

À la Réunion, les traitements contre la cochenille sont généralement effectués à l'oléoparathion (Pacol, 1 l/hl) sur pêcher comme sur "géranium rosat". Les possibilités d'utilisation des diverses autres matières actives mentionnées devront faire l'objet d'essais afin de vérifier qu'ils n'occasionnent pas de phytotoxicité sur cette culture.

Deux essais de méthode de lutte ont été effectués par le Service de la Protection des Végétaux. Le premier a montré que les produits suivants n'entraînaient pas de phytotoxicité en traitement d'hiver :

- Ultracide 1 l/ha (methidathion 193 g/l),
- Seppic Eté 1,5 l/ha (huile blanche 83 %),
- Pacol 0,5 l/ha (oléoparathion 45 g/l).

Les traitements étaient réalisés à 1 200 l de bouillie par hectare.

L'autre essai n'a pas permis de mettre en évidence des différences significatives entre les produits, du fait d'un taux de parasitisme important. Néanmoins tous les produits ont montré une certaine efficacité.

Cependant, ces produits ne sont pas encore autorisés sur la culture (absence de catégorie d'homologation) et leur emploi engage la responsabilité de l'utilisateur.

L'amélioration de la lutte chimique implique de poursuivre des études en vue de déterminer dans toutes les zones de culture du "géranium rosat", les périodes d'apparition des larves mobiles, pour mieux cibler les interventions et utiliser des produits moins toxiques pour les auxiliaires, comme le fénoxycarbe (cf. *lutte intégrée*).

### *Lutte biologique*

Depuis 1987, un programme de lutte biologique contre *P. pentagona* est en cours à la Réunion. Il vise à tenter d'acclimater dans l'île plusieurs espèces de prédateurs *Coccinellidae* exotiques, pouvant s'avérer d'une efficacité supérieure à celle des espèces indigènes dans le contrôle naturel de la cochenille. Ce sont par exemple :

- *Chilocorus schiodtei*<sup>1</sup> Mulsant, originaire du Kenya,
- *Chilocorus infernalis*<sup>2</sup> Mulsant, originaire du Pakistan,
- *Chilocorus bipustulatus*<sup>1</sup> L., originaire d'Iran,
- *Lindorus pulchellus*<sup>1</sup>, originaire de Nouvelle-Calédonie.

Ces différentes espèces ont fait l'objet d'une multiplication en insectarium et de lâchers dans la plupart des zones de l'île (Rapports Annuels IRFA-Réunion, 1987 à 1990). Parmi celles-ci, *C. infernalis* semble à présent s'être installée dans certaines localités des Hauts de l'Ouest. D'autres perspectives de lutte biologique pourraient être explorées comme l'introduction de diverses espèces de parasitoïdes exotiques s'attaquant à *P. pentagona* dans d'autres pays tropicaux ou dans sa zone d'origine asiatique.

### *Lutte intégrée*

Sur "géranium rosat", où les interventions insecticides sont pour l'instant très limitées, il apparaît particulièrement opportun d'envisager chaque fois que possible de recourir à la lutte biologique et, lorsque des traitements se révèlent nécessaires, de sauvegarder au maximum le contrôle exercé par les auxiliaires naturels.

De ce point de vue, l'utilisation des huiles blanches et du fénoxycarbe devrait pouvoir être préconisée à l'avenir, une fois réalisées les nécessaires études complémentaires (absence de phytotoxicité, périodes d'éclosion des larves mobiles).

Il importe de ne pas oublier les méthodes de lutte culturale. Ainsi, il s'avère souvent plus judicieux de remplacer la culture en place qui ne commence en général à être significativement attaquée qu'au bout de 3-4 ans, plutôt que de traiter avec des produits onéreux et, de plus, non homologués, c'est-à-dire ne présentant aucune garantie d'efficacité ni de respect de l'environnement.

Certaines mesures devraient aussi permettre de retarder ou limiter la contamination

1. Souche transmise par J. Brun, INRA-Antibes.

2. Souche transmise par B. Tate Outspan Center, Nelspruit, South-Africa.

des parcelles. Ainsi, lors du choix des boutures, il importe de rejeter celles qui présentent des traces d'attaques de cochenilles. Bien qu'aucun essai n'ait été mené dans ce sens, il devrait d'ailleurs être intéressant d'envisager un trem-page rapide des boutures dans une solution insecticide (ex. Pacol à 2 %). Enfin la dissémina-tion des larves mobiles étant assurée essentielle-ment par le vent, l'implantation préalable de brise-vents bien orientés pourrait permettre de diminuer fortement les infestations.

Même si elles peuvent servir de refuges aux ennemis naturels, la présence de plantes-hôtes alternatives de la cochenille à proximité immédiate des parcelles est à éviter. Ainsi, il est conseillé de détruire les pieds de bringellier mar-ron aux alentours des champs.

En matière de lutte intégrée, des possibili-tés intéressantes pourraient être offertes dans le futur par l'utilisation de la phéromone spéci-fique de *P. pentagona*. Celle-ci pourrait être employée :

- pour déterminer les périodes de vol des mâles, ce qui permettrait de déduire les périodes probables d'apparition des larves mobiles, et/ou d'intervenir chimiquement contre les mâles ;
- pour évaluer les possibilités de lutte par piégeage sexuel de masse (visant à détruire une large proportion des mâles, indispensables à la ponte) ou par confusion sexuelle (visant à empê-cher la rencontre des deux sexes).

3 - CRATOPUS SPP.

3.1. Position systématique

Ordre	<i>Coleoptera</i>
Sous-ordre	<i>Polyphaga</i>
Super-famille	<i>Curculionoidea</i>
Famille	<i>Curculionidae</i>
Sous-famille	<i>Brachyderinae</i>
Tribu	<i>Cratopini</i>
Nom commun	Petit taon

3.2. Description et biologie

Les *Cratopus* adultes possèdent une paire d'ailes antérieures très dures, sclérifiées, trans-formées en élytres, et des pièces buccales broyeuses. Comme chez tous les charançons, la

tête de l'adulte est prolongée en avant par un rostre et les antennes sont coudées et terminées en massue.

Le corps oblong est orné de soies ou de squamules, d'allure et de coloration variables. Les ailes postérieures, protégées par les élytres, sont fonctionnelles.

Les adultes de la plus nuisible des espèces, *Cratopus humeralis* Boheman, ont une coloration allant du gris au brun. Ils présentent un écusson blanc marqué, ainsi qu'une bande de squamules claires sur les côtés du prothorax. Dans certains cas, notamment dans les Hauts, ils peuvent pré-senter des squamules aux couleurs métallisées.

L'autre espèce observée sur "géranium rosat", *Cratopus angustatus* Boheman, ne présente pas de bande claire sur les côtés du prothorax. Les adultes montrent souvent deux taches blanches bien visibles sur les élytres.

Chez *C. humeralis*, l'essentiel des pontes a lieu la nuit. La fécondité moyenne journalière est de l'ordre de 20 œufs/femelle, avec un nombre moyen d'œufs par ponte variant de 10 à 120. La période de ponte peut dépasser 1 mois, et l'espé-rance de vie des adultes est d'environ 3 mois. L'éclosion des œufs est fonction de la tempéra-ture ; à 28-30 °C, elle intervient 2 à 3 jours après la ponte (Langlois, 1991), mais environ 2 jours plus tard à 25 °C (Gomblaud, 1990). L'ensemble du développement préimaginal dure à peu près 6 semaines, dont une semaine à 10 jours pour la nymphose (Langlois, 1991).

L'activité de l'insecte est principalement nocturne. Les adultes sont capables de voler, quoique lourdement, et ils se laisseront plutôt tomber au sol s'ils sont dérangés. Leur compor-tement est nettement grégaire, et résulte sans doute de stimuli chimiques ; c'est la raison pour laquelle, au niveau d'une parcelle, la répartition des dégâts est souvent très hétérogène.

3.3. Distribution, plantes hôtes, dégâts

Le genre *Cratopus* comprend 65 espèces réparties entre les Seychelles, les Comores, Madagascar et surtout les Mascareignes. La Réunion compte 32 espèces, dont 16 endémiques de l'île (Richard, 1957 ; Vinson, 1967).

Beaucoup de ces espèces sont rares et n'ont été trouvées que dans les Hauts. Seules quelques-unes sont répandues dans les zones de basse altitude et un petit nombre présente une importance agronomique. *C. humeralis* est de loin l'espèce la plus répandue. On la rencontre dans presque toutes les zones cultivées de l'île,

notamment du côté sous le vent, aussi bien en zone littorale que dans les Hauts. Elle ne semble absente que des zones les plus humides de l'Est.

*C. angustatus*, au contraire, semble montrer une préférence pour les zones plus humides : on le retrouve dans les Hauts de l'Ouest, du Sud ou du Nord, ainsi que dans l'Est, à différentes altitudes.

Ces deux espèces sont donc présentes dans l'ensemble de la zone de culture du "géranium rosat".

Les dégâts aux cultures sont essentiellement causés par les adultes, qui provoquent des défoliations parfois importantes. Les attaques sont caractéristiques, et consistent en de profondes échancrures dans le limbe des feuilles, donnant à celles-ci un aspect dentelé. Bien qu'elles soient parfois spectaculaires, l'incidence de ces attaques sur le rendement des cultures concernées n'a pas encore été déterminée.

L'espèce principale, *C. humeralis*, est très polyphage. On la rencontre sur le "géranium rosat", mais aussi sur de nombreuses espèces fruitières (agrumes, rosacées fruitières, bibassier, avocatier, letchi, fraisier...), maraîchères (pomme de terre, aubergine), ou forestières (eucalyptus, filaos), ainsi que sur de nombreuses plantes sauvages (bringellier marron, goyavier, galabert...).

Les dégâts les plus importants sont observés entre 600 et 800 m d'altitude, à l'interface entre la zone de culture de la canne à sucre et celle du géranium. Il est probable que les champs de canne constituent un milieu favorable au développement larvaire et que leur proximité contribue à augmenter les infestations (Langlois, 1991).

Malheureusement, la biologie des larves est très mal connue. Elles vivent dans le sol, et ont été observées, parfois en abondance, au pied de touffes de canne à sucre, ou signalées au niveau des racines de certaines plantes (ex. : fraisier). Toutefois, ces larves ne semblent responsables d'aucun dégât notable sauf ponctuellement, sur fraisier. On les observe plutôt dans des sols légèrement humides et contenant de nombreux débris végétaux.

En cultures fruitières, l'importance des dégâts semble également liée à divers autres facteurs (Langlois, 1991), comme :

- la présence d'un enherbement important,
- l'abondance de jeunes pousses très attractives pour les adultes,
- la saison : le nombre des adultes augmente généralement pendant l'été austral, en particulier dans les Hauts. Il est probable que

cette évolution soit liée à celle de la pluviométrie.

### 3.4. Ennemis naturels

Les ennemis naturels des *Cratopus* n'ont pas encore fait l'objet d'une étude particulière à la Réunion. D'après les enquêtes effectuées, et les discussions avec des agriculteurs, il apparaît que les adultes peuvent être victimes de divers prédateurs : les pintades, les crapauds (*Bufo gutturalis*) ou les fourmis.

### 3.5. Méthodes de lutte

#### *Lutte chimique*

Aucune catégorie d'homologation n'existant actuellement sur "géranium rosat", les préconisations dans ce domaine s'avèrent extrêmement délicates, d'autant que peu d'essais ont été réalisés à la Réunion.

Pour l'instant, on dispose surtout de références sur arbres fruitiers et agrumes sur lesquels les *Cratopus* font aussi des dégâts importants.

Sur ces cultures, les matières actives les plus couramment préconisées et utilisées à la Réunion sont :

- méthomyl (Lannate) à la dose de 400 g/ha,
- diméthoate (nombreuses spécialités dont Perfekthion, Rogor, Daphène Fort, Callidim 50, Dimethugec, Daphène) à la dose de 600 g/ha,
- endosulfan (Technufan, Chimacendo) à la dose de 612,5 g/ha,
- deltaméthrine (Decis, Decis flo, Kothrine) à la dose de 7,5 g/ha.

Sur "géranium rosat", seule la deltaméthrine est normalement autorisée, même si les pratiques courantes sont plus à l'utilisation de produits à base de méthomyl, de diméthoate ou d'endosulfan.

Des essais engagés en 1991 par le Service de la Protection des Végétaux ont permis de vérifier pour trois produits l'absence de phytotoxicité aux doses préconisées sur arbres fruitiers (diméthoate, endosulfan, cyperméthrine). Ces essais, à 1 000 l de bouillie/ha, ont aussi montré l'efficacité au champ, en conditions satisfaisantes d'infestation (plus de 4 *Cratopus*/pied en moyenne avec 70 % des feuilles attaquées), de produits à base de diméthoate (600 g/ha, effet choc et persistance d'action), et, dans une moindre mesure, de cyperméthrine (50 g/ha, effet choc).

La cyperméthrine est utilisable jusque 7 jours avant la récolte. Des essais supplémentaires devront confirmer ces résultats, ainsi que l'absence de résidus dans l'essence, en y incluant peut-être le méthomyl. Par ailleurs, des tests en cage et en pots menés à l'IRFA et au Service de la Protection des Végétaux sur feuilles d'agrumes, de "géranium rosat" et de pêcher traitées et sur lesquelles des *Cratopus* ont été déposés, ont en effet confirmé, indépendamment de la nature de la feuille, l'efficacité du diméthoate et du méthomyl, le premier agissant surtout par ingestion et le second par contact et inhalation.

La préconisation d'un traitement insecticide sur *Cratopus* en culture de "géranium rosat" doit enfin passer par l'établissement d'un seuil d'infestation à partir duquel le traitement s'avère être économiquement rentable. L'observation d'au moins 4 à 5 individus par plante semble être pour l'instant le seuil empirique de traitement.

#### *Lutte intégrée*

Compte tenu du grégarisme des adultes, il est judicieux de localiser les traitements chimiques sur les principaux foyers observés.

De même, il faut considérer les divers facteurs pouvant exercer une influence sur les populations de *Cratopus* : enherbement, végétation environnante, espèces et variétés fruitières, stade végétatif des plantes.

Il conviendra de prendre en compte tous ces éléments dans le cadre d'une méthode de lutte intégrée. Toutefois, des études complémentaires sont encore nécessaires avant d'y parvenir.

Enfin, d'autres méthodes alternatives à la lutte chimique pourraient également s'avérer intéressantes à explorer dans l'avenir :

- l'inventaire complet des ennemis naturels devrait permettre de définir les possibilités de lutte biologique,

- la recherche de substances attractives, permettant de mettre au point un système de piégeage (pour la surveillance ou la lutte),

- l'utilisation de plantes-pièges, très attractives (lotier), où les adultes pourraient se regrouper du fait de leur comportement grégaire,

- l'utilisation de supports artificiels de ponte pourrait peut-être permettre de collecter et détruire un grand nombre de pontes à certaines périodes de l'année. Ainsi, en verger d'agrumes, des bandes de papier accrochées aux arbres ont permis d'étudier l'évolution saisonnière des pontes (Langlois, 1991).

## 4 - TRIALEURODES VAPORARIORUM

### 4.1. Position systématique

Ordre	<i>Hemiptera</i>
Sous-ordre	<i>Sternorhyncha</i>
Super-famille	<i>Aleyrodoidea</i>
Famille	<i>Aleyrodidae</i>
Nom commun	Aleurode des serres, mouche blanche des serres.

### 4.2. Description et biologie

L'aleurode adulte mesure environ 3 mm de long. Il est recouvert d'une cire blanche d'où le nom impropre de "mouche blanche" qu'on lui donne souvent. La femelle adulte est ovipare, mais présente une parthénogénèse facultative. Sa fécondité est très élevée puisqu'elle peut pondre de 100 à plus de 400 œufs. Ceux-ci, d'abord jaune-vert puis noirâtres, sont habituellement disposés en arc de cercle et insérés dans la feuille par un fin pédicelle.

La période d'incubation varie, selon la température, entre 4 et 15 jours. Le développement larvaire se déroule sur 15-20 jours (ACTA, 1979), le dernier stade étant le plus long. Au total, l'ensemble du développement préimaginal dure 29 jours à 22 °C (Caudal et al., 1985).

Les larves, aptères et peu mobiles, passent par quatre stades au cours desquels leur taille s'accroît progressivement de 0,3 à 0,7 mm. A la fin du dernier stade larvaire, la nymphose s'effectue dans l'enveloppe de la larve ou puparium. L'adulte émerge de celui-ci par une fente en forme de T.

Les aleurodes sont surtout présents sur la face inférieure des feuilles, les adultes colonisant de préférence les feuilles les plus jeunes.

### 4.3. Distribution, plantes-hôtes, dégâts

D'origine tropicale, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood est un aleurode cosmopolite qui s'est acclimaté en zones tempérées (Europe, USA...) où il peut survivre dans les régions à hiver doux. A la Réunion, il a été signalé sur "géranium rosat" dès 1975, à Colimaçons et au Tampon (Etienne et Roura, 1976 ; Russel & Etienne, 1985). Sa présence a ensuite été observée sur diverses plantes-hôtes dans de nombreuses localités du Nord, du Sud, des Hauts de



l'Ouest et du cirque de Cilaos. Lors des tournées effectuées par le Service de la Protection des Végétaux en 1985, les attaques d'aleurodes ont surtout été observées au Guillaume Saint-Paul et au Tampon.

En Europe, l'aleurode se montre nuisible à de nombreuses espèces de serre, notamment des cultures légumières (tomate, concombre, melon, aubergine...) ou ornementales (fuschia, *pelargonium*, azalée...). Il est également susceptible de s'attaquer à diverses cultures de plein champ : haricot, tabac... (ACTA, 1979). Au total, il peut se développer sur des plantes-hôtes appartenant à 249 genres (Russel, 1977).

A la Réunion, il a été récolté sur le "géranium rosat", mais aussi sur diverses plantes-hôtes : cucurbitacées, tomate, haricot, hibiscus... (Russell & Etienne, 1985).

Les dégâts directs se traduisent par l'affaiblissement de la plante, suite au prélèvement de sève. Mais la nuisibilité de l'insecte est surtout liée au développement de fumagine sur l'abondant miellat excrété par les larves.

#### 4.4. Méthodes de lutte

##### *Lutte biologique*

En Europe notamment, de très nombreux travaux ont été consacrés à l'utilisation en lutte biologique sous serre d'un parasitoïde larvaire : *Encarsia formosa* Gahan (*Aphelinidae*) (Onillon & al., 1980 ; Caudal & al., 1985 ; Van Lenteren, 1987). En 1985, l'utilisation de cet auxiliaire était effective dans 20 pays, et concernait au total 1 700 hectares de serres (Van Lenteren & Hulsjals-Jordaan, 1987).

Ce minuscule hyménoptère d'environ 1 mm de long, de coloration jaune et noire, est susceptible d'avoir une action prédatrice sur les larves de *T. vaporariorum* et surtout de parasiter les stades L2, L3 et L4 (notamment ces deux derniers). Lorsque la larve d'*Encarsia* se transforme en nymphe, 10 à 13 jours après la ponte, les larves d'aleurode parasitées prennent une coloration noire (stade puppe noire) qui permet de les repérer facilement. L'adulte du parasite émerge en forant un trou circulaire dans la puppe de son hôte. La durée du développement préimaginal du parasite, inférieure à celle de l'aleurode, est de 23 jours à 22 °C.

En France métropolitaine, de nombreux essais ont été effectués en serres sur cultures maraîchères. Ils permettent d'obtenir de bons résultats sur diverses plantes-hôtes lorsque les

lâchers d'*E. formosa* sont effectués précocement et en quantité suffisante (de l'ordre de 10-20 parasites/m<sup>2</sup>), sur de faibles populations d'aleurodes en début de culture (Caudal & al., 1985). Toutefois, selon la plante-hôte et les conditions expérimentales, l'efficacité du parasite varie.

On a longtemps considéré qu'une température moyenne minimale de 18 °C était nécessaire pour une bonne efficacité d'*E. formosa* (Caudal & al., 1985). Toutefois Van Lenteren et Hulsjals-Jordaan (1987) ont montré que, même à des températures relativement basses, le taux d'accroissement du parasite est supérieur à celui de son hôte et qu'il peut s'avérer efficace en lutte biologique. Par ailleurs, la pilosité de la plante-hôte peut considérablement limiter l'efficacité du parasite (Van Lenteren & al., 1987).

A la Réunion, *E. formosa* a été introduit par J. Etienne en 1977, ainsi qu'*Encarsia tricolor* Foerster. Seule la première espèce a été retrouvée en 1980 à Colimaçons (Russel & Etienne, 1985) puis en 1984 à La Chaloupe St-Leu.

En Europe, divers travaux ont aussi été consacrés à d'autres entomophages ou à des entomopathogènes. Ainsi, des résultats prometteurs ont été obtenus avec le champignon *Aschersonia aleyrodinis* (Fransen, 1987).

##### *Lutte chimique*

Dans les cas où la lutte biologique se révèle insuffisamment efficace, différents types de traitements insecticides ont été préconisés contre l'aleurode sur les cultures attaquées. En l'absence d'expérimentations et d'homologations spécifiques sur "géranium rosat", nous résumerons ici à titre d'indication, les traitements utilisés sur d'autres cultures.

Ainsi, en serre, des traitements peuvent être réalisés par fumigation (dichlorvos, sulfo-tep, naled). En cultures florales, les traitements font souvent appel à des insecticides systémiques, en granulés (aldicarbe) ou en pulvérisation (azinphos, oxydemeton-méthyl...), afin de détruire les adultes et les larves (ACTA, 1979).

En culture maraîchère par contre, les interventions sont souvent dirigées contre les adultes. Il importe de repérer ceux-ci dès leur apparition : on peut par exemple secouer légèrement les plantes pour faire voler les adultes, ou encore utiliser des pièges à glu jaunes (panneaux SOVEURODE, d'emploi fréquent en serre).

On procède alors généralement à trois applications (à J, J+4 et J+10), à l'aide des produits suivants :

- bioresméthrine (6 g m.a./hl), qui peut être utilisée jusqu'à la récolte,
- cyperméthrine (5 g m.a./hl), utilisable jusqu'à 7 jours avant récolte,
- deltaméthrine (1.25 g m.a./hl), dont la persistance d'action est importante.

La bioresméthrine présente l'avantage d'être peu toxique pour les pupes d'*E. formosa*. Par ailleurs un fongicide, le manèbe, possède une bonne efficacité vis-à-vis de l'aleurode.

Parmi les régulateurs de croissance, un produit récent très intéressant, la buprofézine (P.C Applaud FL, dose : 30 g /hl) se montre très

efficace sur *T. vaporariorum*. Il a reçu récemment une autorisation de vente sur les cultures maraîchères.

Dans tous les cas, il est bien sûr conseillé d'alterner les matières actives utilisées. Par ailleurs, les adultes d'aleurode étant souvent regroupés sur le haut des plantes, on peut s'efforcer de localiser l'intervention à ce niveau afin de ménager les parasites.

Enfin, il faut rappeler que la présence d'adventices sur les parcelles ou à proximité de celles-ci doit être évitée, car elle constitue un facteur favorable au maintien des populations d'aleurodes.

#### Références bibliographiques

- ACTA, 1979. Fiche 144, 3<sup>ème</sup> édition.  
 ACTA, 1988. Expérimentation 1987-1988, p.66.  
 BASSO-BERT G., 1988. 3<sup>ème</sup> Cong. ARTAS, la Réunion, p.422-444.  
 BASSO-BERT G., 1990. Manuel Technicien Géranium, p.4-9.  
 BENASSY C., 1958. Annales des Epiphyties 4, p.425-496.  
 BALACHOWSKY A. S., 1954. Mém. Sci. Inst. Pasteur, Paris, p.236-240.  
 BOBB H. L., & al., 1973. J. Econ. Ent., 66(6), p.1290-1292.  
 BOVEY R., 1979. Traité Phytopatho. Zool. Agri., Payot Ed., Lausanne.  
 CARLES L., 1985. L'Arboriculture fruitière, 375, p.49-55.  
 CHABOUSSOU F. & RAMADIER P., 1959. Rev. Zool. Agri. Appli., 7-9, p.1-11.  
 CAUDAL & al., 1985. Les Cahiers du CTIFL, N°17, 67p.  
 CHAFFURIN C. & MAILLET C., 1988. Fruits et Légumes, 52, p.15-17.  
 DEWAILLY P., 1950. Mém. Inst. Sci. Madagascar, A-4(2), p.209-453.  
 DOREE J.-F., 1990. Rapp. IRAT-Réunion, 96p. + Ann.  
 ETIENNE J & ROURA A., 1976. Rapp. IRAT-Réunion, p.43-44.  
 FRANSEN J. J., 1987. Bull. SROP/OILB 1987/10/2, p.57-61.  
 GUYOT J. & QUILICI S., 1987. Fruits, 42(10), p.583-592.  
 GOEBEL O., 1987. Mém. D.A.A., CNEARC/ESAT Montpellier, 60p.  
 GOMBAULD P., 1990. Mém. CNEARC Montpellier, 53p.  
 KUITERT L. C., 1967. Proc. Fla. State Hort. Soc., 80, p.376-381.  
 LANGLOIS A., 1991. Rapport CIRAD-IRFA, la Réunion, 89p.  
 ONILLON J. C. & al., 1980. Bull. SROP/OILB 1980/3/3, p.155.  
 PLENET A., 1965. Cong. Protection des Cultures Tropicales, Marseille.  
 REMAUDIERE G. & ETIENNE J., 1988. L'Agro. Trop., 43(4), p.327-346.  
 RICHARD R., 1957. Mem. Inst. Sci. Madagascar, E, VIII, p.59-94.  
 RUSSELL L. M., 1977. USDA Coop. Plant Pest Rep., 2(25), p.449-458.  
 RUSSEL L. M. & ETIENNE J., 1985. Proc. Entomol. Soc. Washi., 87(1), 4p.  
 STIMMEL J. F., 1982. Proc. Entomol. Soc. Wash., 84(1), p.128-133.  
 VASSEUR R. & BIANCHI H., 1953. Annales des Epiphyties, 1, p.1-14.  
 VAN LENTEREN J. C. & al., 1987. Bull. SROP/OILB, 1987/10/2, p.87-91.  
 VAN LENTEREN J. C. & al., 1987. Bull. SROP/OILB, 1987/10/2, p.92-96.  
 VAN LENTEREN J. C., 1987. Bull. SROP/OILB, 1987/10/2, p.78-81.  
 VERCAMBRE B. & al., 1988. Proc. 3<sup>ème</sup> Cong. ARTAS, p.445-453.  
 VERCAMBRE B., 1989. Proc. 20<sup>ème</sup> Cong. ISSCT, Sao Paulo, p.803-810.  
 VERCAMBRE B. & al., 1990. Renc. Caribéennes lutte biol., Guadeloupe.  
 VINSON J., 1967. Mauritius Inst. Bull., 4(5), p.299-372.  
 YONCE C. E. & al., 1974. J. Georgia Entomol. Soc., 9(4), p.213-216.

# LES OPERATIONS DE RECOLTE

Frédéric-Emmanuel Demarne

## 1 - QUELQUES CONSIDERATIONS GENERALES

Les "géraniums rosat" forment un ensemble de plantes buissonneuses, de 40 à 130 cm de hauteur et 40 à 100 cm de diamètre, à port érigé, et très ramifiées.

Les tiges jeunes sont vertes et herbacées, mais brunissent et se lignifient en vieillissant. Les ramifications axillaires sont élancées ou étalées, et donnent à la plante une allure de touffe compacte.

Dans les conditions climatiques de la Réunion, c'est une culture pérenne, qui est installée pour au moins trois ans, et récoltée plusieurs fois chaque année.

L'huile essentielle est contenue dans des poils sécréteurs spécialisés. Sa teneur est maximale dans les feuilles jeunes et les bourgeons, c'est-à-dire dans les parties sommitales de la plante.

Aussi, une récolte de "géranium" prétend répondre, en une seule opération, à deux objectifs *a priori* antagonistes : la production maximale de matière verte à distiller d'une part, et la préservation des capacités de bourgeonnement des plantes d'autre part. Une bonne "coupe" doit forcément réaliser un compromis entre ces deux impératifs, et peut être appréciée individuellement sur chaque plant, et/ou globalement au niveau de la parcelle.

C'est pourquoi en matière de "géranium rosat", la qualité d'une technique de coupe doit se juger, non seulement sur les quantités de matière verte et d'essence produites lors d'une récolte donnée, mais aussi sur son influence sur la reprise du bourgeonnement et le taux de mortalité des plantes. La qualité du bourgeonnement

conditionne la fréquence des récoltes et les productions ultérieures de matière verte par plant. Quant au taux de mortalité, il est directement responsable de la densité au champ, du temps passé à remplacer les plants manquants, et des rendements futurs de la parcelle.

De ce point de vue purement biologique, une coupe manuelle correctement conduite restera toujours la meilleure façon de récolter le "géranium". L'approche individuelle privilégie l'architecture de la plante, et tend à optimiser à la fois la production de matière verte et le bourgeonnement. La taille d'un plant est un investissement personnalisé et à long terme qui lui assure le maximum de chances de survie et de production au fur et à mesure des récoltes.

La récolte mécanique, en revanche, réalise une taille moyenne sur l'ensemble des plantes d'une parcelle. Par définition, elle n'optimise que la productivité du travail de l'agriculteur, en essayant de procurer, dans le temps et dans l'espace, des rendements les plus proches possibles de ceux obtenus en récolte manuelle.

Quel que soit leur principe, les machines à récolter sont conçues pour réaliser le meilleur travail possible au niveau d'une parcelle, mais ne répondent que globalement aux aspects biologiques de production de matière verte, de bourgeonnement et de mortalité. A la question du bourgeonnement et à celle de la mortalité, elles répondent en pratiquant à chaque passage des coupes moins sévères que la coupe manuelle (hauteur de coupe plus élevée), et tentent de compenser le manque à gagner provoqué par cette moindre récolte de matière verte par une augmentation de la fréquence des récoltes.

## 2 - PRATIQUE DE LA COUPE MANUELLE

La coupe manuelle est effectuée au sécateur, au couteau, ou plus rarement à la faucille. Lors de la première récolte d'un champ, on réalise une taille de formation des plantes, différente des tailles ordinaires pratiquées lors des récoltes ultérieures.

### 2.1. La taille de formation

L'allure d'un plant de "géranium" et sa production à venir se décident dès les premiers coups de sécateur. La première taille est réputée particulièrement importante : l'agriculteur "fait la souche", au sens où il façonne l'architecture future du jeune plant.

Les deux principes de base qui président à la réalisation de cette taille de formation pourraient s'énoncer de la façon suivante :

- on ne fait la souche que des plants suffisamment vigoureux, et,
- la taille de formation ne doit pas trop affaiblir le jeune plant.

Le premier principe sous-entend que, sauf contrainte majeure, une nouvelle plantation ne doit pas être récoltée avant l'âge de 6 mois, pour laisser le temps aux jeunes plantes de bien s'enraciner, et de prendre de la vigueur. Par contre, dès 4 mois, et sur les plantes bien développées et déjà un peu lignifiées, on peut prélever des boutures sommitales courtes (10 à 15 cm) avec au moins 3 conséquences :

- les boutures issues de ces tissus encore jeunes sont très vigoureuses, s'enracinent très vite, et repartent très bien,
- la perte en essence due au bouturage est négligeable, dans la mesure où on sait que chez les jeunes plantes et lors de la première coupe la teneur en essence est faible,
- du fait de ce prélèvement de boutures sur les parties sommitales des branches, la jeune touffe de "géranium" prend du volume, et cette matière verte supplémentaire sera d'autant plus riche en essence au moment de la première récolte, que le prélèvement de boutures aura eu, dans une certaine mesure, les mêmes effets physiologiques qu'une récolte.

Le deuxième principe énoncé guide la réalisation pratique de la taille de formation. Quand on réalise la première coupe, il faut ménager la tige principale issue de la bouture originelle. Le bourgeonnement ultérieur de cette tige est très important pour la vigueur et l'enracinement de

la jeune plante ; il ne faut donc pas le compromettre par une coupe rase.

La bonne technique consiste à couper cette tige entre 15 et 20 cm du sol. Mais encore, plus le plant est grêle et haut au moment de la taille de formation, et plus il faut monter la hauteur de coupe de la tige principale. Les autres tiges latérales peuvent et doivent être coupées courtes, à 2 ou 3 nœuds ; il est cependant fortement conseillé de laisser subsister 2 ou 3 tire-sève dressés, du fait justement de cette coupe sévère des autres branches.

### 2.2. Les coupes ordinaires

Les récoltes doivent être suffisamment fréquentes pour ne pas induire de perte de rendement, par exemple du fait du vieillissement trop important, voire de la chute des feuilles les plus basses.

Sur une culture bien installée, les coupes ordinaires ont lieu de 4 à 6 fois par an. Leur fréquence est fonction des conditions de culture (altitude, facteurs édaphiques et agro-climatologiques), de l'état physiologique des plantes, mais aussi de la disponibilité en main-d'œuvre sur l'exploitation.

L'état physiologique est lui-même fonction de l'âge de la plantation, de la vigueur et du développement des plants, de l'entretien et de l'état phytosanitaire de la culture.

Parce que la croissance et le métabolisme général des plantes sont plus rapides en saison chaude et humide, les coupes sont normalement plus fréquentes en été qu'en hiver : à la Réunion les meilleurs rendements sont obtenus entre les mois de novembre et avril.

Dans la pratique, la coupe ordinaire consiste à rabattre à 2 ou 3 nœuds la presque totalité des branches de chaque plant, à l'exception de 2 ou 3 tire-sève, qu'on laisse subsister jusqu'à la coupe suivante pour produire l'énergie nécessaire au bon débourrement. Le choix des branches à enlever et celui des tire-sève à conserver procèdent à la fois du contrôle de l'architecture, de la reprise de la plante, et de la réparation de certains accidents de culture. L'agriculteur consciencieux reforme chaque plante en enlevant les branches cassées, celles qui s'étalent trop horizontalement dans l'inter-rang, et celles qui présentent des symptômes de maladies fongiques ou des attaques d'insectes. Il dégage soigneusement l'inter-rang pour faciliter la mise en œuvre des traitements dirigés, en particulier les pulvérisations d'herbicides, de fongicides et/ou d'insecticides.

### 2.3. Le chantier de récolte manuelle

En plus de la coupe des plantes, le chantier de récolte réalise encore au moins 4 autres fonctions :

- le stockage de la matière verte fraîchement coupée,
- le fanage de cette matière verte avant distillation,
- la reprise de la matière verte et son transport hors du champ vers la distillerie,
- la régulation des apports à la distillerie.

En mode d'exploitation traditionnel, le chantier de récolte manuelle correspond empiriquement à un équilibre monovariant, qui s'auto-régule de façon discontinue en fonction presque exclusivement des capacités d'accueil de la distillerie. Ces capacités d'accueil, presque toujours limitées, conditionnent directement la durée des récoltes et le temps qu'on doit consacrer à la distillation dans une année, donc la surface maximum en "géranium" que peut cultiver un agriculteur. Elles influencent aussi certaines pratiques, comme la durée du fanage au champ.

Habituellement, le chantier de récolte manuel regroupe l'agriculteur et sa famille, mais aussi une main-d'œuvre extérieure, saisonnière, et rémunérée à la tâche. C'est une opération discontinue dans le temps.

La matière verte coupée est laissée au champ dans l'interrang, pour une durée variable de 1 à 5 jours. Ce stockage bon marché, en tout petits tas, assure un fanage précaire de la récolte, et permettra par la suite un meilleur remplissage de la cucurbite de l'alambic. Cependant, sans protection d'aucune sorte, la récolte est sensible à la pluie et aux fermentations, qui peuvent affecter la quantité et la qualité de l'huile essentielle récupérée. Le jour de la distillation, les petits tas sont regroupés en paquets ficelés de 50 à 60 kg, et transportés à tête d'homme jusqu'à l'alambic pour y être distillés immédiatement.

On comprend bien ici la complexité de l'organisation d'un tel chantier, régulé à l'aval par la seule capacité d'accueil de la distillerie. Une capacité d'accueil trop faible entraîne un temps de fanage long. Or, surtout en été, ce temps de fanage au champ ne doit pas excéder quelques jours, car les risques de pluie et de fermentation sont importants. Donc, l'agriculteur ne peut pas récolter de trop grandes parcelles en continu, et il doit gérer au mieux sa main-d'œuvre extérieure, pas toujours disponible. Dans le même ordre d'idées, toute intensification de sa culture et/ou toute augmentation de sa superficie cultivée amènera une augmentation

de la production de matière verte à distiller dans un laps de temps invariable, ce qui compliquera d'autant le chantier de récolte manuelle.

Une première amélioration de ce système traditionnel serait de disposer d'un abri de stockage de la matière verte proche de la distillerie, où, grâce à un système de claies, on pourrait réaliser le fanage en couches minces de la récolte, en évitant les fermentations. Une capacité suffisante de la distillerie permettrait dans le même temps de réduire la durée du fanage à 2 jours maximum.

## 3 - LA RECOLTE MECANIQUE

Les possibilités de récolte mécanique du "géranium rosat" sont récentes. L'étude du principe, et la mise au point des premières récolteuses sont le fait du CIRAD dans les années 80 (voir *encadré*).

### LES GRANDES ETAPES DE LA MISE AU POINT DES RECOLTEUSES A "GERANIUM" PAR LE CIRAD

**1980-1982** : l'IRAT vérifie qu'il est possible de conduire le "géranium" en table, en ne récoltant à la cisaille que les parties sommitales des plantes.

**1982-1983** : l'IRAT et le CEEMAT expérimentent différents principes de machines portées, allant de la débroussailleuse à fils ou à lame circulaire à de petites récolteuses à thé équipées de barre de coupe.

**1983-1984** : le principe de la barre de coupe est définitivement retenu, et on s'attache à définir un cahier des charges pour une récolteuse spécifique au "géranium", en exploitant les résultats d'essais conduits avec une récolteuse portée.

**1985-1988** : à l'évidence la récolte du "géranium" nécessite la mise au point d'une récolteuse-ramasseuse automotrice. Le CEEMAT construit, essaye, et modifie un premier prototype.

**1989-1990** : une machine de pré-série est conçue et réalisée par le CEEMAT. Elle fonctionne parfaitement, jusque dans des champs à 25% de pente.

A notre connaissance, seule la Réunion dispose aujourd'hui de telles machines, qui ont été mises au point pour les conditions difficiles de l'île (parcelles exiguës, fortes pentes...).

### 3.1. Principe de la récolte mécanique

Les récolteuses actuelles sont de petites machines, conçues autour d'une barre de coupe, d'un système de ramassage par tapis convoyeur, et d'une petite capacité de stockage en trémie. Ce sont des engins chenillés, automoteurs, guidés à la façon d'un gros motoculteur.

La machine progresse sur un rang. A l'avant des diviseurs séparent et redressent les branches latérales étalées. Un rabatteur mécanique à pâles de caoutchouc, placé au-dessus de la barre de coupe, centre les branches, les pousse vers les deux lames alternatives, puis, dans le même mouvement, propulse la récolte vers l'arrière, sur le tapis convoyeur. La récolte est acheminée vers la trémie constituée d'un sac en toile de 300 l de capacité, rapidement interchangeable. La hauteur de coupe et le rabatteur sont réglables et permettent de s'adapter à l'allure des plantes au moment de la récolte.

Ainsi, la récolte mécanique laisse le rang de "géranium" en haie de 20 à 25 cm de hauteur, et donne à l'ensemble du champ un aspect en table.

### 3.2. Façons culturales et récolte mécanique

En matière de "géranium" comme ailleurs, la mécanisation s'accompagne de la modification de certaines habitudes paysannes. Bien sûr, la mise en œuvre de la récolte mécanique n'est concevable que dans des parcelles suffisamment grandes, peu pentues, plantées en lignes et/ou en courbes de niveaux.

Mais aussi, il est indispensable d'adapter la configuration des plantations, les opérations culturales, et la distillation pour maximiser la rentabilité de la machine et de la main-d'œuvre, la production de matière verte par hectare et par an, ou encore le rendement en huile essentielle par unité de surface.

Avec la machine actuelle, la densité la plus favorable est de 45 000 à 50 000 plants par hectare, correspondant à des lignes espacées de 80 cm et des plants tous les 25 cm sur la ligne. Mais encore, la longueur des lignes et l'aménagement des abords des parcelles sont importants ; la prise en compte et l'optimisation de ces deux paramètres permettent en effet de

réduire considérablement le nombre de virages et les temps nécessaires pour réaliser les manœuvres en bout de champ.

En termes d'opérations culturales, la récolteuse mécanique réalise des coupes toutes identiques, c'est-à-dire qu'elle ne distingue plus la taille de formation et les récoltes ordinaires. A l'expérience, il est cependant souhaitable de maintenir une taille de formation lors de la première récolte, lorsque les plantes sont très développées : une coupe manuelle des basses branches horizontales, limite la largeur ultérieure du rang et le nombre de tiges qui pourraient être déchirées par les diviseurs.

De la même façon, au fur et à mesure des récoltes, il semble préférable d'augmenter la hauteur de la coupe, pour permettre une reprise rapide des plantes à partir de 2 ou 3 bourgeons encore jeunes et non aoûtés.

D'autres observations ont aussi révélé que les plantes récoltées mécaniquement prennent un aspect plus compact offrant une plus grande prise au vent ; elles présentent de ce fait une sensibilité accrue aux cyclones. A la Réunion, il est conseillé, juste avant la saison cyclonique, de pratiquer manuellement une taille plutôt sévère, qui permettra à la fois de refaire l'architecture des plantes, et de réduire considérablement les dégâts des vents cycloniques.

Enfin, la récolte mécanique nécessite quelques aménagements pour optimiser le rendement en huile essentielle. La pratique du fanage et la conduite de la distillation doivent tenir compte de la proportion plus importante de tiges courtes et non lignifiées dans la matière à distiller. Ainsi, la fermentation des tas de "géranium" est plus rapide, et impose une réduction du délai entre la récolte et la distillation. Mais aussi, la matière à distiller est très riche en essence et a une structure différente de celle issue d'une récolte manuelle. La pratique de la distillation doit prendre en compte ces éléments, pour éviter en particulier des tassements trop importants dans la cucurbite de l'alambic.

### 3.3. Le chantier de récolte mécanique

Un chantier de récolte mécanique se différencie principalement d'un chantier de récolte manuelle par les quantités de matière verte récoltées par unité de temps, et par la nécessité de sortir rapidement cette matière verte du champ pour la traiter.

La récolteuse n'assure pas le transport de



### LA RECOLTEUSE ACTUELLE EN QUELQUES CHIFFRES

#### Encombrement

Longueur : 3.00 m  
Largeur : 1.00 m  
Hauteur : 1.10 m  
Voie : 0.85 m  
Poids : 175 kg

#### Moteur

4 temps, 180 cm<sup>3</sup>  
5 CV à 4 000 tr/min

#### Transmission

3 vitesses  
+ marche arrière

1<sup>ère</sup> 1.0 km/h  
2<sup>ème</sup> 1.8 km/h  
3<sup>ème</sup> 4.0 km/h  
arrière 1.0 km/h

#### Entraînement

Chenilles et barbotin  
en acier

#### Diviseurs

Parallélogrammes à  
écartement réglable

#### Rabatteur

6 pales en caoutchouc  
en rotation à 32 tr/min  
réglable en hauteur.

#### Barre de coupe

Double lame alternative  
2.5 km/h  
1 500 coups/min

#### Tapis convoyeur

Bande transporteuse  
PVC munie de cram-  
pons  
Avancement : 9 km/h

#### Trémie

Sac amovible de 300 l

#### Prix approximatif

50 000 F

la récolte à l'alambic, et il faut organiser correctement la rupture de charge au champ.

Ainsi, le chantier de récolte mécanique s'articule autour de trois personnes :

- le conducteur de la récolteuse, dont la fonction est de récolter la plus grande surface possible, dans le temps le plus court,
- un aide-conducteur, qui approvisionne en sacs vides la trémie de la récolteuse, et sort la récolte du champ,
- une troisième personne qui transporte la récolte du champ à la distillerie.

Là encore, c'est la capacité instantanée des alambics qui conditionnera les temps de récolte. A la Réunion, en alambic traditionnel de 300 kg de charge utile, un hectare produisant 60 kg d'huile essentielle répartis sur 5 récoltes dans l'année, nécessite au minimum 6 à 8 jours de distillation à chaque récolte. Autrement dit, pour 3 ha récoltés à la machine en moins d'une semaine, l'agriculteur passera à chaque récolte près d'un mois à distiller, et au moins 5 mois

dans l'année. Ces délais sont, bien entendu, incompatibles avec les problèmes de fermentation et de perte d'huile essentielle dues au fanage.

Ceci pour dire qu'en récolte mécanique il est nécessaire d'augmenter les capacités des distilleries. Ces modifications peuvent se concevoir au moins par une augmentation du nombre d'alambics, ou/et d'une augmentation de la capacité des cucurbites. Mais de toute façon une modification de la distillation est inévitable.

## 4 - AVANTAGES ET LIMITES DES DEUX MODES DE RECOLTE

Comme nous l'avons vu, il n'y a pas lieu d'opposer la récolte manuelle à la récolte mécanique, parce que ces deux techniques ne procèdent pas de la même approche du problème.

Chacune a ses propres avantages et inconvénients, et trouve sa justification dans l'analyse technique et économique de situations d'exploitation très différentes.

La coupe manuelle :

- est possible quelle que soit la déclivité du champ,
- optimise l'architecture de chaque plante,
- optimise le rendement en matière verte par plant,
- permet un contrôle individuel du bourgeonnement et de la pérennité des plants,
- permet le contrôle des maladies qui se transmettent par les outils de taille, en laissant à l'agriculteur la possibilité de ne pas récolter un plant malade,
- autorise encore une régulation et un stockage improvisés des quantités de matière verte à convoier à l'alambic,
- ne nécessite aucun investissement,
- utilise au mieux la main-d'œuvre familiale.

En revanche, la coupe manuelle :

- est lente (75 h/ha pour une récolte), et ne permet pas d'exploiter plus de 1,5 ha avec la seule main-d'œuvre familiale,
- s'avère un facteur limitant dès lors qu'on atteint des productions importantes,
- nécessite un retour au champ pour évacuer la matière verte à distiller,



- laisse un champ plus érosif parce que mal protégé contre la battance due à la pluie.

La coupe mécanique :

- diminue la pénibilité de la récolte,  
- permet un gain de temps considérable, en permettant à 2 personnes de récolter 1 ha en 15 à 20 heures.

- réduit les coûts de main-d'œuvre,  
- combine en un seul passage les opérations de coupe, de ramassage et de transport hors du champ de la matière verte,  
- provoque la formation d'une table de coupe, qui couvre bien le champ et le rend moins sensible à l'érosion.

En revanche la coupe mécanique :

- ne peut pas s'appliquer lorsque la pente du terrain dépasse 25%,

- nécessite un investissement relativement important qui ne se rentabilise bien que dans des champs aménagés et pour des productions supérieures à 50 kg d'huile essentielle/ha/an.

- nécessite une augmentation significative de la capacité instantanée de la distillerie,

- nécessite une organisation minutieuse de la récolte,

- ne permet pas le contrôle des maladies transmissibles par les outils de taille,

- semble gêner la reprise des plants remplacés.

#### Références bibliographiques

- CAUMONT A., 1982. *In* Rapport annuel CEEMAT REUNION, p.36-46.  
CAUMONT A., 1983. *In* Rapport annuel CEEMAT REUNION, p.105-107.  
DANFLOUS J.-P., 1988. *In* Rapport annuel CEEMAT REUNION, p.73-80.  
DANFLOUS J.-P., 1989. *In* Rapport annuel CEEMAT REUNION, p.83-84.  
DEMARNE F.-E., 1988. *In* Rapport de mission en Chine, 47p.  
DEMARNE F.-E., 1989. *In* Rapport de mission en Inde, 28p.  
DEMARNE F.-E., 1992. *Agrom. Trop.* 46(2), p. 161-163.  
KOREZAWA N., & *al.*, 1967. *Japan J.Tropical .Agriculture.* 11(1-2), p.13-19.  
MICHELLON R., 1981. Fiche d'essai N°9, IRAT REUNION, 21p.  
PAILLAT J.-M., 1987. Exposé aux Journées "Géranium", 13p.  
VERGEZ P., 1988. Document CEEMAT REUNION, 4p.

# LA DISTILLATION

Frédéric-Emmanuel Demarne

---

La distillation est l'étape ultime de la culture du "géranium rosat". Bien que l'huile essentielle soit considérée comme un produit agricole, son extraction relève néanmoins de procédés artisanaux, voire industriels.

Tous les procédés d'extraction sont plus ou moins transformants, c'est-à-dire qu'il y a lieu de distinguer l'essence, d'une part, de l'huile essentielle et des autres produits extraits, d'autre part. L'essence est le produit réellement sécrété et accumulé par la plante à un moment donné. Elle diffère de l'huile essentielle ou des autres produits d'extraction, qui correspondent à ce qui est obtenu lorsqu'on traite la matière végétale pour récupérer les principes odorants.

Chez les *Pelargonium*, l'essence est sécrétée dans des cellules spécialisées de l'épiderme, et accumulée à l'extrémité de poils glandulaires spéciaux, dans des poches sous-cuticulaires. Seule une membrane très fine, diaphane, et sans grande résistance mécanique propre, isole et retient le produit. Pratiquement, l'essence se trouve à l'extérieur de la plante, en équilibre de pression avec l'atmosphère. Sa libération est donc très aisée, et ne fait pas intervenir de phénomènes de diffusion intratissulaire ; il suffit, d'une façon ou d'une autre, de rompre la fine membrane.

Aussi, l'extraction des essences de "géranium" ne nécessite-t-elle pas la mise en œuvre de moyens sophistiqués. Toutes les techniques classiques d'entraînement à la vapeur ou d'extraction par un solvant organique donnent des résultats ; les différences se situant principalement au niveau des produits obtenus.

Au laboratoire, on peut extraire facilement les essences de "géranium" et épuiser la matière végétale de ses principes odorants par différents

procédés. La littérature fait état de plusieurs montages pour l'obtention d'huiles essentielles par hydrodistillation, par hydrodiffusion, par entraînement sous pression réduite, ou encore après chauffage rapide au four à micro-ondes. De même, en traitant la matière végétale par de l'hexane ou d'autres solvants organiques qu'on évaporerait ensuite, on obtient sans difficulté des concrètes de "géranium".

En production, les choses sont encore plus simples. D'abord, il n'existe de marché important que pour les huiles essentielles hydrodistillées ou éventuellement des produits comparables. Seule l'Égypte commercialise à la demande une toute petite quantité de concrète et d'absolue de "géranium", au travers d'une seule société, et pour des volumes inférieurs à une tonne par an.

Ensuite, l'hydrodistillation est de loin la méthode d'extraction la moins chère, la plus simple, et elle donne d'excellents résultats. Rien d'étonnant donc à ce que ce procédé soit le seul mis en œuvre dans tous les pays producteurs de "géranium".

Cependant, bien que conçues sur le même principe de base, il existe différentes installations, qui répondent, chacune à sa façon, à des situations techniques, sociales, et/ou économiques différentes. Ainsi, mis à part le principe, il y a peu de points communs entre les petites unités individuelles de 800 litres de capacité qui se rencontrent en République Populaire de Chine ou à la Réunion, et certaines unités industrielles égyptiennes où le "géranium" est distillé dans des batteries d'au moins dix alambics de 3 000 litres de capacité chacun.

## 1 - LE PRINCIPE DE L'HYDRODISTILLATION

En matière de "géranium" c'est un mélange de tiges jeunes et de feuilles qui est amené à l'alambic. Contrairement à beaucoup d'autres plantes, il n'est ni nécessaire, ni souhaitable de hacher préalablement cette matière verte, car, du fait de la fragilité des poils sécréteurs, cette opération s'accompagne inmanquablement d'une perte importante d'essence.

La récolte est chargée dans la cucurbite. L'alambic est refermé, et on génère un courant continu de vapeur d'eau qui traverse la masse végétale de bas en haut. Il est généralement admis que cette vapeur pénètre le "géranium", fait éclater les vésicules d'essence, et vaporise les substances volatiles. Le mélange des vapeurs d'eau et des substances volatiles progresse dans la cucurbite puis à travers le col de cygne vers un réfrigérant où il se condense. Les condensats coulent ensuite vers un essencier où l'huile essentielle se sépare des petites eaux par simple différence de densité. L'huile essentielle de "géranium" a en effet une densité nettement plus faible que l'eau, entre 0.88 et 0.90.

Cependant, l'hydrodistillation ne se réduit pas à un simple procédé d'entraînement, qui ne nécessiterait qu'un bon débit de vapeur et une bonne réfrigération. C'est aussi le moment où l'essence est transformée en huile essentielle, c'est-à-dire qu'elle se modifie sous l'action combinée de la chaleur d'une part, et de phénomènes d'hydrolyse d'autre part.

Déjà, il est facile de constater que toute l'essence n'est pas récupérée sous forme d'huile essentielle, et qu'une partie des matières odorantes, celles qui sont solubles dans l'eau, se retrouve dans les petites eaux.

### 1.1 Les phénomènes d'hydrolyse

Lors de la distillation des essences naturelles, l'hydrolyse peut être définie comme une réaction chimique entre l'eau et certains composants des huiles essentielles. A température élevée, et au contact de l'eau chaude, les esters ont tendance à réagir pour redonner des acides et des alcools. Ces réactions ne sont pas totales, mais conduisent plutôt à un équilibre. Pour une température donnée, cet équilibre se caractérise par une constante K de la forme :

$$K_t = \frac{[\text{Alcool}] \times [\text{Acide}]}{[\text{Ester}] \times [\text{Eau}]}$$

où [Alcool], [Acide], [Ester], et [Eau] représentent les concentrations molaires respectives des différents constituants de l'équilibre à la température t.

Lorsque l'huile essentielle est longtemps en contact avec l'eau chaude, ce phénomène d'hydrolyse des esters est important. Il peut devenir gênant, si les produits de l'hydrolyse sont solubles dans l'eau, car ceux-ci ne pourront plus être récupérés par simple décantation.

Une seconde caractéristique de ces réactions d'hydrolyse est qu'elles ne sont pas très rapides. Lorsqu'il y a un risque de dégradation trop important de l'huile essentielle, la distillation devra être la plus courte possible.

### 1.2 La température de distillation

La température à l'intérieur de la cucurbite est l'autre facteur qui influence le résultat de l'hydrodistillation. Dans tous les cas il faut garder à l'esprit que tous les composants des huiles essentielles sont plus ou moins instables à haute température. Aussi, à défaut de pouvoir hydrodistiller à basse température, il est important de réduire les temps de distillation.

S'il est possible de choisir à volonté et de fixer la pression de distillation (pression atmosphérique, surpression, ou dépression), il en va différemment de la température du mélange des vapeurs d'eau et d'essence qui traverse la masse végétale. Cette température varie pendant la distillation. Elle est plus faible au début lorsque les substances les plus volatiles se vaporisent et prédominent dans le mélange gazeux. Elle augmente ensuite avec la vaporisation des composants à plus haut point d'ébullition, pour tendre enfin vers la température de la vapeur d'eau, au fur et à mesure que le rapport (vapeur d'eau / vapeur d'essence) croît du fait de l'épuisement de l'essence contenue dans la matière végétale traitée.

En pratique, les composants de l'essence de "géranium" ont des points d'ébullition relativement bas, et sont extraits facilement à la pression atmosphérique, ou en légère surpression. La température de distillation ne varie donc que de quelques unités autour de 100° C. Les différences sont dues au type de vapeur d'eau utilisée, selon que celle-ci est saturée ou sèche et surchauffée.

## 2 - LA PRATIQUE DE L'HYDRODISTILLATION APPLIQUEE AU "GERANIUM"

Pour les raisons évoquées plus haut, deux principes d'hydrodistillation sont applicables au "géranium" : l'hydrodistillation à vapeur saturante avec génération de vapeur dans la cucurbite même, et l'hydrodistillation avec génération de vapeur séparée à l'aide d'une chaudière.

### 2.1. La génération de vapeur directe

Dans ce premier cas, la matière végétale repose sur une grille placée un peu au-dessus du fond de la cucurbite. La partie inférieure de la cuve, en dessous de la grille, est remplie avec de l'eau, qui servira à générer le courant de vapeur. Cette eau est chauffée et portée à ébullition, soit directement par un feu nu entretenu sous la cucurbite, ou par une injection de vapeur libre dans le bas de la cuve, soit indirectement par l'intermédiaire d'un double fond en forme de calotte chauffante ou de tubes plongeurs à l'intérieur desquels circule de la vapeur.

Dans tous les montages de ce premier type, la matière végétale n'est jamais au contact direct de l'eau bouillante, ce qui limite les phénomènes d'hydrolyse. La vapeur générée est toujours humide, saturée, et non surchauffée. En conséquence, la distillation est régie par un état d'équilibre thermodynamique réglé par le couple température-pression. Lorsqu'on travaille à la pression atmosphérique, la température d'extraction à l'intérieur de la cucurbite ne peut excéder 100° C.

### 2.2. La génération de vapeur séparée

Cette deuxième technique ressemble fortement à la précédente, à la différence importante qu'il n'y a plus d'eau dans le fond de la cucurbite. Le courant de vapeur est généré à part dans une chaudière, et injecté dans la cucurbite par l'intermédiaire de tubes perforés, généralement placés au fond de la cuve, sous la grille.

Cette technique permet d'utiliser indifféremment de la vapeur saturée ou de la vapeur surchauffée. Elle est plus facile à mettre en œuvre dans des cuves de grande capacité, et elle rend les unités de distillation plus polyvalentes (possibilité de distiller d'autres végétaux).

Pour le "géranium", l'injection de vapeur saturée détendue à la pression atmosphérique conduit qualitativement aux mêmes résultats

que la génération directe de vapeur dans la cuve.

Par contre, l'injection de vapeur surchauffée est plus limitée, et ne doit se faire qu'à des pressions très légèrement supérieures à la pression atmosphérique. Si en théorie la vapeur surchauffée permet d'extraire plus rapidement les composants, en pratique, la surchauffe doit être modérée pour éviter de trop dégrader les essences. De ce point de vue, une surveillance attentive de la distillation est impérative.

## 3 - LA DISTILLATION DU "GERANIUM" A LA REUNION

A la Réunion, la distillation est une opération très traditionnelle, qui a peu évolué depuis les origines de la culture du "géranium" dans l'île, il y a plus d'un siècle. Dans son principe, il s'agit d'un entraînement à la vapeur d'eau saturante, sous pression atmosphérique, dans des alambics individuels de très faible capacité.

### 3.1. La distillation traditionnelle

Chaque agriculteur possède généralement son propre alambic ("la machine"), qui, bon an mal an, lui permet au mieux de traiter la production d'environ 1,5 ha. Ces alambics sont installés directement au champ. Ils sont facilement démontables, et se composent principalement d'une cucurbite et de son couvercle, d'un col de cygne, d'un réfrigérant statique à serpentin, et d'un essencier. Parce que l'huile essentielle de "géranium" est un produit très oxydant et relativement acide, toutes les parties métalliques de l'alambic qui sont en contact avec les vapeurs d'essence sont en cuivre ou en acier inoxydable.

Outre l'alambic, l'environnement de la distillerie comporte quelques aménagements pour stocker le bois et les volumes d'eau nécessaires aux distillations, et, plus rarement, pour composter proprement les résidus.

Dans le système le plus traditionnel, mais encore le plus répandu, la cucurbite est au tiers encastrée dans un four en maçonnerie de conception grossière, où deux ouvertures diamétralement opposées permettent, l'une, l'introduction du bois et l'entrée de l'air, l'autre, le départ des fumées par la cheminée. La génération de la vapeur d'eau est assurée par un chauffage direct et à feu nu du fond de la cuve.

La cucurbite a environ 800 l de capacité (diamètre : 90 cm, hauteur : 130 cm), ce qui cor-

respond à une charge utile autour de 300 kg de "géranium". Une grille en bois placée sur un croisillon métallique à 40 cm au-dessus du fond, isole et supporte la matière verte à distiller.

Au début de la distillation, on complète à 250 litres environ le volume d'eau versé au fond de la cucurbite, et on active le feu. Cette eau sert, d'une part, à générer la vapeur nécessaire à l'extraction de l'huile essentielle (100 l /distillation), et d'autre part, à protéger le fond de la cucurbite des dommages qui pourraient résulter d'une surchauffe locale ("coup de feu"). De ce point de vue, il y a lieu de distinguer la première distillation du matin des distillations suivantes. Lors de la première distillation, l'ensemble de l'appareillage est froid, et l'eau versée dans la cucurbite est généralement à une température proche de 15° C. Il faut donc porter à ébullition 250 l d'eau, ce qui, compte tenu du système de chauffage au bois et à feu nu, nécessite de 1h 30 à 2h. Il en va différemment pour les distillations suivantes, lorsque l'eau du fond de la cucurbite est encore très chaude, et que l'agriculteur complète son volume en utilisant les petites eaux d'une part, et l'eau chaude qu'il récupère dans la partie supérieure de son réfrigérant, d'autre part.

Dans tous les cas, le chargement de la matière verte dans la cucurbite ne doit intervenir que lorsque l'eau bout et que la vapeur est générée en quantité abondante. Les paquets de "géranium" sont alors chargés rapidement à la main, et tassés dans la cuve sous l'action combinée d'un foulage au pied, et d'un ramollissement de la matière verte, dû à la vapeur. Une fois la cuve pleine, la lèvre supérieure de la cucurbite est jointoyée avec du marc de "géranium", et la cucurbite est refermée avec son couvercle (le chapiteau). L'ensemble cucurbite-couvercle est rendu solide grâce à 4 serre-joints. Une opération de chargement bien menée dure environ 25 minutes.

L'agriculteur ajuste ensuite le col de cygne, qui permet le passage des vapeurs de la cucurbite vers le réfrigérant. A la Réunion, le col de cygne est presque horizontal, en légère pente du sommet du couvercle de la cucurbite vers le serpent de refroidissement ; il n'y a pas de rectification de l'huile essentielle. La fixation du col de cygne se fait aux deux extrémités par assemblages coniques ; le col de cygne est femelle du côté de la cucurbite, et mâle du côté serpent. L'étanchéité des assemblages est encore assurée par du marc de "géranium", et l'attache est renforcée par des liens en lanières de caoutchouc, fabriqués à partir de chambres à air récupérées.

La condensation des vapeurs s'effectue

dans un réfrigérant statique composé d'un serpent de 15 à 24 m de long et d'environ 3,3 cm de diamètre, qui plonge dans un réservoir d'environ 1 000 l d'eau. La longueur de ce serpent, et donc la surface développée d'échange thermique, varie beaucoup d'un alambic à l'autre, mais en général les agriculteurs arrivent à conduire leur distillation en évitant la sortie de l'huile essentielle en vapeur.

La séparation des condensats en huile essentielle d'une part, et en petites eaux d'autre part, est réalisée dans un essencier rudimentaire, mais très efficace, fabriqué sur le principe du vase florentin.

La durée d'une distillation (ou cuite) est à peu près de 2 heures, entre le moment où l'agriculteur referme l'alambic, et celui où il décide d'arrêter la chauffe et d'ouvrir à nouveau. Pendant toute la distillation, il entretient un feu vif sous la cucurbite, en rajoutant régulièrement du bois dans le foyer ; de la qualité de la chauffe dépendent la régularité du flux de vapeur qui traverse la matière végétale, et le rendement en huile essentielle.

La cucurbite réouverte est laissée à reposer environ 30 minutes, jusqu'à ce que le flux de vapeur ait suffisamment diminué pour permettre de décharger la cuve sans être gêné. Ce déchargement est effectué manuellement à la fourche. Les résidus de distillation sont mis en tas à côté de l'alambic, où ils se compostent naturellement pour donner le "fumier de géranium".

L'huile essentielle est récupérée à part, et filtrée pour obtenir le produit marchand qui sera livré à l'organisme de collecte.

Ainsi, entre le moment où l'alambic accueille une charge et le moment où il est prêt à accueillir la charge suivante, une opération de distillation dure près de 3 heures. Pour la première distillation du matin, ce temps doit être augmenté du délai de mise en température de l'appareil.

### 3.2. Les améliorations possibles

Des améliorations simples peuvent être apportées au système traditionnel, et sont parfois mises en œuvre par les agriculteurs. Ces améliorations concernent la distillerie dans son ensemble.

Ainsi, l'approvisionnement en eau nécessaire aux opérations de distillation est un réel problème, surtout lorsque les distilleries sont installées en plein champ, loin des points d'eau ou des circuits de distribution. L'aménagement

de petites retenues collinaires, et/ou la récupération des eaux de pluies par des dispositifs d'impluvium permet à l'agriculteur de s'affranchir de la corvée d'eau, et autorise la distillation sur toute l'année.

De même, la technique des charges chaînées et l'utilisation d'un palan monté sur rail, permet, en une seule opération, le déchargement instantané de la cucurbite, et le transport aisé des résidus vers une fosse de compostage. Lorsqu'il est installé, le palan peut également servir à manipuler une masse d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre intérieur de la cucurbite, pour permettre le tassement uniforme de la matière à distiller.

Enfin, on doit encourager le stockage du bois au sec, la construction des fours à circulation d'air chaud avec cendrier et dispositif de retour de flamme, et l'utilisation de cucurbites équipées de tubes de fumée. Dans ces conditions, les performances de la chauffe sont nettement améliorées, les temps de distillation sont réduits d'environ un tiers, et on économise le combustible. Une évolution vers l'utilisation de brûleurs au fuel ou à gaz est également envisageable.

### 3.3. Les limites de la tradition

Utilisés à la Réunion depuis plus d'un siècle, les alambics traditionnels ont fait la preuve de leur efficacité et sont globalement maîtrisés par les agriculteurs. Ce sont des appareils rustiques mais peu dangereux, dans la mesure où ils travaillent sous pression atmosphérique, et que les liaisons entre les différentes parties sont fragiles agissant comme autant de soupapes en cas de surpression dans l'alambic.

La taille réduite de l'appareillage permet de le démonter et de le transporter facilement, par exemple d'un champ à un autre. L'infrastructure nécessaire à l'installation et au fonctionnement de la distillerie est légère, peu coûteuse, et à la portée de la faible trésorerie des agriculteurs concernés. Ceci permet une grande souplesse du système de distillation sur l'ensemble de la zone de culture, dans la mesure où chaque agriculteur possède son alambic et maîtrise ses dates de récolte.

Enfin, la qualité des huiles essentielles obtenues est connue, et reconnue excellente au travers de l'appellation commerciale "géranium Bourbon".

Mais ces alambics traditionnels ont cependant plusieurs inconvénients majeurs, qui résul-

tent essentiellement de leur faible charge utile, du système de génération de vapeur à feu nu dans la cucurbite, et de la réfrigération statique sans circulation du fluide caloporteur.

Une charge utile de 300 kg est incompatible avec une augmentation de la productivité de la culture. Les opérations de distillation sont trop nombreuses, et nécessitent aujourd'hui entre 40 et 100 jours/ha/an. Ceci signifie qu'un bon agriculteur possédant un seul alambic et cultivant 3 ha de "géranium" devrait passer plus de 7 mois par an pour distiller sa production. Le problème est encore plus important en cas de récolte mécanique, lorsqu'une masse importante de végétal à distiller arrive d'un seul coup à l'alambic. Il n'est alors plus possible de distiller dans un délai suffisamment court pour éviter la dégradation des plantes et les pertes importantes d'essence dues au stockage.

Dans la logique des agriculteurs, ce facteur "temps de distillation" est un réel problème, qu'ils tentent de solutionner en partie par la surcharge des alambics. D'où les tassements excessifs et les faibles rendements d'extraction parfois observés, liés à une mauvaise circulation des vapeurs dans la cucurbite.

Le chauffage au bois à feu nu, avec génération de vapeur dans la cucurbite même est le deuxième inconvénient important du système traditionnel.

Tout d'abord, l'utilisation du bois comme combustible contraint à un ramassage long et à des transports coûteux. Ceci surtout depuis que la culture du "géranium" tend à se sédentariser sur de petites propriétés, où le combustible n'est plus disponible. De plus, la valeur calorifique de ce bois, souvent mal séché, est incontrôlable : une partie des calories dégagées par la combustion sert d'abord à évacuer l'eau de constitution du bois lui-même.

Ensuite, le feu nu et la génération de vapeur dans la cucurbite sont une source importante de gaspillage énergétique. Les pertes de chaleur sont sensibles parce qu'avec un feu nu les échanges thermiques au niveau du fond de la cucurbite ne sont pas très bons. Mais surtout, pour obtenir les 100 kg de vapeur nécessaires à l'entraînement des huiles essentielles, il faut chauffer 250 litres d'eau, c'est-à-dire les 100 l utiles plus les 150 l qui servent à protéger le fond de la cuve contre les surchauffes.

Enfin, le chauffage au bois est long et discontinu, avec pour conséquences immédiates un délai de mise en température à chaque distilla-

tion, et un contrôle quasi-impossible de la régularité du flux de vapeur dans la cucurbite.

Quant à la réfrigération statique sans renouvellement du fluide caloporteur, elle ne permet pas d'optimiser la condensation des vapeurs. La température de l'eau du réfrigérant est subie plus qu'elle n'est contrôlée : elle augmente considérablement au fur et à mesure de la distillation. Dans le même temps, la surface d'échange calorifique efficace du serpentin diminue à mesure que la partie supérieure du réfrigérant atteint des températures où les vapeurs ne se condensent plus.

Le volume du réfrigérant représente donc un compromis, qui fixe la quantité de vapeur condensable, en fonction de la taille de l'alambic et du temps de distillation. C'est-à-dire que si on améliore le système de chauffe ou le débit de vapeur, ou si on augmente la taille de la cucurbite, il faudrait immédiatement modifier le système de réfrigération.

### 3.4. Vers quelle évolution de la distillation ?

Il apparaît donc que les alambics traditionnels utilisés à la Réunion sont l'image d'une technique en équilibre avec une plante, une huile essentielle, un terroir, des habitudes et un mode d'exploitation particulier, calibrés pour un type précis de distillation et de chauffage, et peu aptes à évoluer. Ils représentent un équilibre monova-

riant, dont on ne pourrait modifier un élément sans bouleverser l'ensemble du dispositif.

Ceci implique que les distilleries individuelles actuelles, même améliorées de la façon que nous décrivions ci-dessus, ne pourront plus faire face aux augmentations de productivité attendues dans la culture du "géranium" à la Réunion (augmentation des rendements/ha, mécanisation des opérations de récolte...). Il est désormais impératif d'accroître considérablement la capacité instantanée des distilleries, avec pour objectifs la réduction des temps de distillation, l'augmentation des volumes traités, et l'économie maximale de combustible et de main-d'œuvre.

La plupart des solutions techniques à mettre en œuvre existent déjà, mais les changements de capacité sont incompatibles avec le chauffage à feu nu et au bois, ou encore avec la réfrigération statique. Des matériels éprouvés existent sur le marché, et sont couramment utilisés ailleurs pour récupérer les essences de "géranium" ou d'autres plantes similaires. Le seul vrai problème reste le coût d'une installation avec son environnement (chemins d'accès, retenues d'eau importantes, générateur de vapeur...), coût tout à fait supportable dans le cadre de CUMA.

Seules restent à identifier clairement les modalités techniques, sans doute simples, pour maximiser la récupération des huiles essentielles dans les "géraniums" récoltés mécaniquement.

---

### Références bibliographiques

- DEMARNE F.-E. & *al.*, 1984. *L'Agron.Trop.*, 39(4), p.346-349.  
DEMARNE F.-E. & *al.*, 1989. *S.Afr.J.Bot.*, 55(2), p.184-191.  
GARIN P., 1987. *L'Agron.Trop.*, 42(4), p.289-300.  
GUENTHER E., 1972. *In The Essential Oils*, Vol.1, p.87-187.  
GUÉRERE M. & *al.*, 1985. *Ann.Fals.Exp.Chim.*, 78(836), p.131-136.  
HALL R. & *al.*, 1985. *In The H & R Book*, Vol.4, p.11-27.  
MARIOTTI A., 1954. *B.T.I.Min.Agr.*, N° 95, p.683-692.  
OOSTHUIZEN L., 1983. *J.S. Afr. Bot.*, 49(3), p.221-242.
-



# LA QUALITE BOURBON

## des huiles essentielles de la Réunion

Frédéric-Emmanuel Demarne

---

Que recouvre l'appellation "Bourbon" appliquée aux huiles essentielles de "géranium" et de vétiver produites à la Réunion ? Répondre à cette question revient à expliquer pourquoi, encore aujourd'hui, les huiles essentielles produites à la Réunion bénéficient à l'achat d'un traitement favorable sur les marchés internationaux.

Bien sûr il existe des critères techniques, de chimie analytique et d'analyse sensorielle, qui différencient les huiles essentielles de la Réunion de certaines huiles essentielles d'autres provenances.

Prenons pour exemple le produit commercial "Géranium Bourbon". Ailleurs dans le monde, plusieurs pays produisent des essences de "géranium". C'est le cas aujourd'hui de la République Populaire de Chine (environ 100 t), de l'Inde (18 à 20 t), du Maroc et de l'Algérie (environ 8 t), de l'Egypte (25 à 35 t), et de l'URSS. Seules apparaissent sur le marché libre les productions de la Chine, de l'Egypte, de la Réunion, du Maroc et de l'Algérie ; les productions des autres pays sont absorbées par les industries nationales de transformation.

En général, le chimiste distinguera les essences de type "Afrique" (Egypte, Maroc, Algérie), des essences de type "Réunion" (Réunion, mais aussi Chine). A l'analyse, ces 2 groupes d'essences se différencient par leurs propriétés physiques (pouvoir rotatoire, densité, indice de réfraction...), leurs propriétés chimiques (indice d'acide, indice d'esters...), et leurs compositions en certains éléments révélés par l'analyse chromatographique en phase gazeuse ; les essences de type "Afrique" contiennent du 10-épi-gamma-Eudesmol en proportion

importante mais ne contiennent pas de Gaïadiène-6,9, alors qu'à l'inverse les essences de type "Réunion" ne contiennent jamais de 10-épi-gamma-Eudesmol, mais renferment 5 à 10 % de Gaïadiène-6,9. Quant aux essences indiennes, elles varient en fonction des cultivars et des zones de production : elles peuvent même contenir à la fois du Gaïadiène-6,9 et du 10-épi-gamma-Eudesmol.

Il est donc très facile de distinguer les différentes origines des huiles essentielles de "géranium" sur des critères analytiques objectifs. Mais il faut savoir et garder à l'esprit que, si tous ces produits ne sont pas identiques à l'analyse chimique, ce sont tous de bons produits qui, du point de vue de l'analyse sensorielle, ont leur place sur la palette des parfumeurs. Les essences de type "Bourbon" peuvent être jugées plus fines, mais cette différence d'appréciation est en partie subjective, et ne justifie certainement pas aux yeux des acheteurs les différences de prix observées par rapport aux produits des autres provenances.

Alors, l'explication de la "surcote" est ailleurs ! Pourquoi les acheteurs d'huile essentielle de "géranium" accepteraient-ils de payer 3 à 4 fois plus cher le "Géranium Bourbon" que les autres essences de "géranium" ?

D'abord et surtout parce qu'ils n'ont pas le choix. En effet, les huiles essentielles de "géranium" sont des matières premières parmi les plus importantes de la parfumerie. L'offre mondiale est fluctuante alors que la demande est soutenue (environ 200 t/an), voire en augmentation, et en tout cas insatisfaite. La chimie de synthèse n'offre de surcroît que de pâles imitations à des prix déjà élevés pour ce type de produits.

Donc malgré tout, même l'huile essentielle produite à la Réunion, avec des coûts de production très élevés, est une marchandise bonne à prendre.

Ensuite, parce que la Réunion offre un produit de tradition, élaboré par des professionnels organisés, dans un pays politiquement stable. Contrairement à la plupart des autres pays producteurs, la Réunion produit du "géranium" depuis très longtemps, et la qualité reconnue sous l'appellation "Bourbon" sert à tout point de vue de modèle à imiter. De plus, la Réunion c'est la France, et cette appartenance à une grande nation développée rassure les clients sur la pérennité de la production. Il faut bien réaliser qu'il s'agit d'une situation exceptionnelle au regard de ce qui se passe dans les autres pays producteurs, lesquels, d'une année sur l'autre, ne peuvent garantir ni les volumes, ni les qualités, ni les prix. Depuis la création de la Coopérative des Huiles Essentielles en 1962, et jusqu'à la crise actuelle de sous-production, une des grandes chances de la Réunion était de pouvoir garantir à la fois une qualité, des quantités, et des variations de prix raisonnables et prévisibles. Notons au passage qu'un des grands risques actuels de notre situation de sous-production est de perdre cette confiance de nos acheteurs, faute de pouvoir garantir nos quantités.

En troisième lieu parce que la Réunion peut vendre en francs ou en dollars US, ce qui est un avantage non négligeable pour les acheteurs européens, qui représentent plus de 60 % des exportations. Cette possibilité leur permet de se prémunir contre des variations brutales du taux de change du dollar.

Et enfin, parce que le "Géranium Bourbon" n'est pas revendu en l'état aux utilisateurs finaux, mais sous forme d'assemblages. C'est-à-dire qu'en cas de pénurie comme aujourd'hui, nos acheteurs grossistes arrivent à maintenir plus ou moins leurs marges et leurs quantités, parce qu'ils ne revendent que rarement du "Géranium Bourbon" pur. L'assemblage n'a rien d'un procédé honteux comme voudraient le laisser penser les appellations de "coupage" ou "sauçage" ; il s'agit pour l'importateur grossiste, à partir d'huiles essentielles et de produits synthétiques de diverses origines, de fabriquer pour ses clients, des produits à odeurs et à qua-

lités parfaitement constantes, dans des gammes de prix qui sont celles demandées par les utilisateurs finaux, les parfumeurs. C'est la raison pour laquelle il existe de nombreux "Géranium Bourbon" sur le marché, à tous les prix, de toutes les qualités, et en tout cas en quantité largement supérieure à ce que produit la Réunion. L'élaboration du prix de ces produits est fonction de la proportion des différents composants synthétiques et naturels qu'ils contiennent, dont bien sûr le pur "Géranium Bourbon". Le vrai marché de notre essence se trouve en fait dans ces assemblages de grande qualité, appelés "Géranium Bourbon" pour une question de publicité, et destinés à la parfumerie de luxe.

Alors, label ou pas label, appellation d'origine contrôlée ou pas appellation d'origine contrôlée, produit agricole ou produit industriel, protection communautaire ou *statu quo* ?

Il est certain que restreindre l'appellation "Géranium Bourbon" à la seule huile essentielle de "géranium" produite à la Réunion reviendrait à tuer la poule aux œufs d'or. En effet, si les importateurs grossistes ne peuvent plus se servir de l'image de tradition du "Géranium Bourbon" pour vendre leurs assemblages de qualité, le prix de vente de ces assemblages s'en trouvera certainement affecté et sera revu à la baisse. Le risque est alors de voir disparaître de ces produits les composants trop chers, et en premier lieu le plus cher d'entre-eux : le "Géranium Bourbon".

Pour ces mêmes raisons, le classement du "Géranium Bourbon" en produit agricole pouvant bénéficier de la protection communautaire ne présenterait pas que des avantages. De plus cette protection serait très facile à contourner, dans la mesure où la plupart des sociétés de parfumerie appartiennent à d'importantes multinationales qui disposent de la possibilité de faire acheter leurs matières premières par leurs filiales étrangères, et de faire fabriquer leurs assemblages au Brésil, en Australie, à Hong-kong ou aux Etats-Unis. Ils n'importeront plus alors en Europe de "géranium", mais simplement un assemblage industriel à odeur de "géranium rosat", anonyme et numéroté.

Quant au vétiver, les mêmes causes produisent les mêmes effets. A ceci près que dans ce cas le problème est exacerbé d'une part, par le très faible volume de notre production

actuelle (moins de 10 t), d'autre part, par le prix de l'essence de "Vétiver Bourbon" 3 à 4 fois plus chère que les essences concurrentes en provenance d'Haïti, de Java, d'Inde, ou de République Populaire de Chine. Même avec une qualité exceptionnelle, un tel écart de prix est difficile à soutenir, d'autant plus que les processus de préparation des essences pour leur utilisation en parfumerie ont tendance à niveler les qualités. La encore, imposer un label "Bourbon" risquerait d'irriter les quelques acheteurs encore

fidèles à la production réunionnaise, et de les détourner vers les autres sources d'approvisionnement.

Aussi dans cette affaire, il vaut mieux être prudent et conserver avant tout la confiance de nos acheteurs grossistes, en augmentant nos volumes de production et en s'accordant avec eux pour l'élaboration du prix de nos produits. C'est d'ailleurs cette approche qu'a choisie la CAHEB. Dans ce contexte, imposer un "Label Bourbon" serait très mal perçu.

---

#### Références bibliographiques

- DEMARNE F.-E. & *al.*, 1985. *Ann.Fals.Exp.Chim.*, 78(837), p.183-188.  
DEMARNE F.-E., 1989. *In* Rapport de mission en Inde, 28p.  
FLEISCHER A. & *al.*, 1985. *J.Sci.Food Agric.*, 36(11), p.1047-1050.  
GUÉRERE M. & *al.*, 1982. *Ann.Fals.Exp.Chim.*, 75(811), p.425-430.  
PESNELLE P. & *al.*, 1969. *La France et ses parfums*, 12(66), p.412-413.  
RAJESWARA RAO B.R. & *al.*, 1990. *J.Ess.Oil Res.*, 2(2), p.73-79.  
SUN H. & *al.*, 1985. *Acta Botanica Sinica*, 7(2), p.233-237.  
VERNIN G. & *al.*, 1983. *Parfums Cosmétiques Arômes*, 52, p.51-61.
-



## **T A B L E   D E S   M A T I E R E S**

• La filière "géranium" à la Réunion	
Historique	7
La production de "géranium" à la Réunion	9
Le marché international du "géranium"	12
• Systèmes de culture	
Le système de culture traditionnel	15
Système dégradé en monoculture	19
Systèmes diversifiés à base de "géranium"	19
Calendriers culturels	20
Perspectives d'évolution	20
• Histoire de la culture, botanique, et systématique	
Histoire de la culture	23
Description botanique	23
Systématique des "géraniums rosat"	24
• La protection contre l'érosion	
Données fondamentales	28
Pratiques des agriculteurs	31
Conseils techniques	31
Résultats expérimentaux	36
Perspectives en recherche-développement	36
Diffusion de l'innovation	37
• Le bouturage	
Les facteurs qui influencent le bouturage	39
Conclusion pratique pour la Réunion	43
• La plantation	
Préparation du sol	45
Plantation	47
• La fertilisation	
La fumure minérale	51
Les amendements minéraux calciques	54
Les amendements organiques	56
• La lutte contre les mauvaises herbes	
Les mauvaises herbes	63
Les herbicides	64
Méthodes de lutte	65
Perspectives d'avenir	67

• Les maladies	
Anthracnose et autres maladies foliaires	69
Les dépérissements	72
• Les insectes ravageurs	
<i>Hoplochelus marginalis</i> Fairmaire (le ver blanc)	80
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> (la cochenille)	83
<i>Cratopus</i> spp.	86
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	88
• Les opérations de récolte	
Quelques considérations générales	91
Pratique de la coupe manuelle	92
La récolte mécanique	93
Avantages et limites des deux modes de récolte	95
• La distillation	
Le principe de l'hydrodistillation	98
La pratique de l'hydrodistillation appliquée au "géranium"	99
La distillation du "géranium" à la Réunion	99
• La qualité Bourbon des huiles essentielles de la Réunion	103



Cet ouvrage, qui fait suite à l'édition d'un "Manuel du Technicien géranium" en 1991, actualise en 13 chapitres les connaissances disponibles sur la production du "géranium rosat" à la Réunion :

- La filière "géranium" à la Réunion
- Les systèmes de culture
- Histoire de la culture, botanique, et systématique
- La protection contre l'érosion
- Le bouturage
- La plantation
- La fertilisation
- La lutte contre les mauvaises herbes
- Les maladies
- Les insectes ravageurs
- Les opérations de récolte
- La distillation
- La qualité Bourbon des huiles essentielles de la Réunion.

Il a été élaboré avec les organismes suivants :

- Association pour la Promotion en Milieu Rural
- Coopérative Agricole des Huiles Essentielles de Bourbon
- Chambre d'Agriculture
- Centre de Coopération Internationale en Recherche
- Agronomique pour le Développement
- Commissariat à l'Aménagement des Hauts
- Direction de l'Agriculture et de la Forêt
- Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural

Photo couverture : Paysage de la "zone géranium"  
(Hauts du Tampon, 1988) F.E. Demarne